E. AUBERT.

HISTOIRE NATURELLE ÉLÉMENTAIRE

PARIS
E. ANDRÉ Fils ÉDITEUR

Différences entre persil cerfeuille ciguë.

Ces trois plantes peuvent être distinguer par

1.° L'odeur. Le cerfeuille et le persil ont une odeur aromatique agréable. La petite ciguë a une odeur fade et désagréable.

2.° Feuilles. Les feuilles ont

Différences entre persil cerfeuille ciguë.

Ces trois plantes peuvent être distinguer par

1° L'odeur. Le cerfeuille et le persil ont une odeur aromatique agréable. La petite ciguë a une odeur fade et désagréable.

2° Feuilles. Les feuilles sont d'un vert sombre, et larges dans le cerfeuille, elles sont moins larges, luisantes et d'un vert clair dans le persil. Elle plus finement découpées encore luisantes mais d'un vert sombre dans la petite ciguë.

3°. Tige. Dans le serfeuille et dans la percie la tige est cannelée et d'un beau vert. Dans la petite cigüe la tige est généralement couverte d'une poussière glauque de plus elle présente des lignes rouges à sa partie inférieure.

4° Fleurs. Les fleurs sont blanches dans le cerfeuille, jaune dans la percie et blanche dans la petite cigue. La petite cigue pousse ~~s~~pontannément dans le jardin au milieu des ~~persi~~ percies et des serfeuilles.

d'un vert sombre, et larges
dans le cerfeuille, elles sont
moins larges, luisantes et
d'un vert clair dans le persil.
Elle plus finement découpé
encore luisante mais d'un
vert sombre dans la petite
cigue.

a James

Hermann

E. AUBERT

HISTOIRE NATURELLE

ÉLÉMENTAIRE

DEUXIÈME ÉDITION

1900

HISTOIRE NATURELLE
ÉLÉMENTAIRE

A L'USAGE

des élèves des Lycées et Collèges de garçons
[classes de cinquième et de sixième (Enseignement secondaire, classique et moderne)],
et des Lycées et Collèges de jeunes filles, des aspirants et aspirantes
au brevet élémentaire, des élèves des Écoles primaires supérieures,
des Écoles professionnelles et de tous les Établissements d'instruction.

PAR

E. AUBERT
Docteur ès sciences, Agrégé de l'Université,
Professeur au Lycée Charlemagne.



PARIS
LIBRAIRIE CLASSIQUE DE F.-E. ANDRÉ-GUÉDON
E. ANDRÉ FILS, SUCCESSEUR
6, rue Casimir-Delavigne (près l'Odéon)
(CI-DEVANT, 15, RUE SÉGUIER)

PRÉFACE

Les sciences naturelles sont des **SCIENCES D'OBSERVATION**

Nous devons donc mettre en œuvre tous les moyens dont nous pouvons disposer pour amener les élèves à *observer*, à *comprendre*, puis à *savoir traduire* et *classer* eux-mêmes les phénomènes qui s'accomplissent sous leurs yeux.

Il faut éviter que nos élèves de l'Enseignement secondaire et de l'Enseignement primaire supérieur considèrent l'Histoire naturelle comme une énumération fastidieuse de noms d'animaux, de plantes ou de minéraux.

Un individu ne saurait se targuer de connaître sa langue maternelle ou une langue étrangère, parce qu'il en aura péniblement appris tous les termes dans un dictionnaire. On ne peut écrire et parler une langue qu'après avoir étudié, sur des textes simples, les règles qui président au choix et à l'agencement des mots; seulement alors on aborde des textes difficiles et l'on compose soi-même.

En Histoire naturelle, l'enfant doit aussi commencer par observer des *types* que nous considérons comme plus importants, parce qu'ils sont très répandus et d'une *lecture facile*.

Les *caractères* à mentionner, dans un type choisi, sont de 2 ordres : les uns *extérieurs*, que l'enfant remarque aisément sur l'indication que lui en fait le professeur; les autres *internes*, qui exigent une préparation spéciale (dissection, coupes, etc.), préparation parfois coûteuse ou difficile à réaliser.

Dans l'un et l'autre cas, des figures démonstratives au tableau noir sont indispensables, figures simples, schématiques, dont l'enfant puisse *saisir* et *exécuter rapidement* toutes les parties.

Mais les fonctions qui s'accomplissent dans un organisme sont étroitement liées; elles obéissent à des *lois*. Il importe que l'élève connaisse ces lois fondamentales et en saisisse l'harmonie : par là seulement, l'étude de l'Histoire naturelle aura été utile au développement de son esprit.

C'est sous l'empire de telles idées que nous avons introduit dans l'*HISTOIRE NATURELLE ÉLÉMENTAIRE* de nombreuses *figures schématiques coloriées*, faciles à interpréter avec l'aide du professeur ; nous avons signalé, au sujet de certains phénomènes morphologiques ou physiologiques essentiels, un *mode expérimental* instructif et d'application facile.

Des *tableaux*, insérés au début des chapitres principaux, résnment et classent les matières traitées dans ces chapitres.

Enfin l'étude de l'Homme et celle de la plante en général ont été résumées en quelques pages, à la fin des cours d'anatomie et de physiologie animales et végétales.

Les sciences naturelles développent au plus haut degré, chez l'enfant, la faculté d'*observation*, de *comparaison* et de *déduction*.

Elles ont l'avantage de joindre l'utile à l'agréable ; aussi les élèves doivent-ils apporter à cette étude un enthousiasme tout particulier; les promenades leur paraîtront plus courtes (et combien plus intéressantes !) s'ils apprennent à connaître les plantes qui bordent le chemin, les animaux actifs dans la nature dont les minéraux diversifient l'aspect.

Puisse notre petit livre contribuer à faire éclore et à développer un pareil enthousiasme ! nous trouverons là notre meilleure récompense

E. Aubert.

[La distribution des matières comprises dans les programmes de l'Enseignement secondaire était facile à réaliser dans cet ouvrage dont la 1re partie (Zoologie) intéresse les élèves des classes de sixième et dont la 2e partie (Botanique et Géologie) s'adresse aux élèves des classes de cinquième.

Il n'en était pas de même pour l'enseignement primaire supérieur. Les élèves de cet enseignement étant appelés à voir dans chacune des 3 années, une partie de la Zoologie, de la Botanique et de la Géologie, nous avons indiqué, au bas de chaque page, les parties du cours qui se rapportent au programme de chacune de ces 3 années.

Les élèves de 1re année, en particulier, trouveront les *Notions sommaires sur l'organisation de l'Homme et de la Plante*, dans les résumés qui précèdent les classifications zoologiques et les classifications botaniques.

Les parties réservées aux élèves de 3e année sont surtout en *petit texte* dans le corps de l'ouvrage.]

HISTOIRE NATURELLE

ÉLÉMENTAIRE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

Les **ÊTRES** que renferme la nature se divisent en 3 *règnes :* 1° les **PIERRES** ou **MINÉRAUX** ; 2° les **PLANTES** ou **VÉGÉTAUX** ; 3° les **ANIMAUX.**

Abandonnons, dans une salle fermée, une pierre, une plante (préservée par un vaste grillage) et un animal (un Chat, par exemple) ; nous retrouverons, au bout de quelques jours :

La pierre *à la même place* et *sans changement ;*

La plante *à la même place*, mais *sèche* (on dit qu'elle est *morte*) ;

L'animal *en un endroit différent de celui où nous l'avons quitté ;* il est *mort* également.

Ainsi les **MINÉRAUX** conservent *indéfiniment* leur forme et leur position, *si aucune cause extérieure n'agit sur eux.*

Les **VÉGÉTAUX** et les **ANIMAUX**, capables de mourir, ont une durée limitée depuis leur *naissance* jusqu'à leur *mort ;* pendant cette période, ils *vivent :* ce sont des **ÊTRES VIVANTS.**

Mais, tandis que les *Végétaux paraissent immobiles et insensibles* (on peut couper une plante sans qu'elle manifeste de douleur), les *Animaux se meuvent et sont doués de sensibilité.*

Les Minéraux sont des Corps bruts ; les Êtres vivants sont organisés. — Examinons au microscope[1] une lame mince de quartz ou cristal de roche ; elle présente l'aspect, la transparence et la continuité du verre : c'est un **CORPS BRUT**.

A l'aide d'un bon rasoir, détachons d'une plante un fragment extrêmement mince de tige, de racine ou de feuille ; le microscope y révèle une foule de petits compartiments appelés **cellules** (fig. 1). Cette structure, dite *organisation cellulaire*, se remarque aussi dans une partie quelconque du corps d'un animal.

La **cellule** *est l'élément fondamental de tout être vivant.*

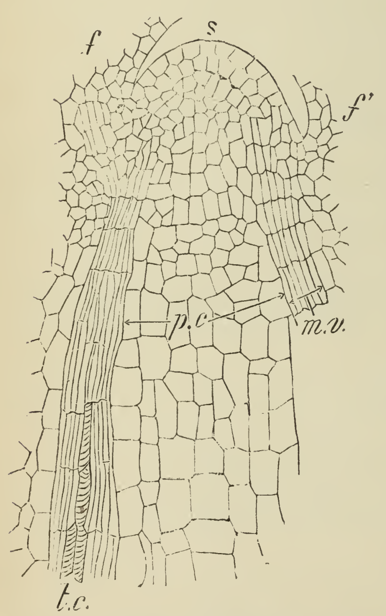


FIG 1 — Cellules au sommet de la tige de la Morelle noire.

L'être vivant doit trouver dans le milieu qui l'entoure : de l'*oxygène*, une *température* et une *humidité* convenables.

Le manque total d'oxygène et d'humidité, une température trop basse ou trop élevée, tuent les animaux et les plantes. Quand ces conditions nécessaires à son activité ne sont pas convenablement remplies, sans manquer absolument, l'être est à l'état de *vie ralentie*. Tels sont : l'Ours qui dort en hiver ; les graines conservées dans des tiroirs.

Composition de la cellule. — La cellule comprend :

1° Le *protoplasme*, *p* (fig. 2), matière visqueuse, albuminoïde, composée de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote ;

2° Le *noyau*, *n*, d'apparence plus obscure ;

3° La *membrane azotée*, *m.az*, due à la condensation du protoplasme sur le pourtour de la cellule.

---

1. Le microscope permet de voir les objets fortement grossis.

Les cellules des **Végétaux** sont enveloppées d'une seconde membrane, *m.cp*, renfermant de la cellulose $(C^6H^{10}O^5)^n$.

Toutes les parties de la cellule tirent leur origine du *protoplasme qui en est la substance essentielle, vivante.* A mesure qu'une cellule vieillit, son protoplasme se creuse de vacuoles nombreuses (fig. 2. *B'*); ces vacuoles, remplies de *suc cellulaire,* se confondent plus tard en une seule, *hy* (fig. 3) ; puis le protoplasme disparaît et *la cellule est morte ;* le suc cellulaire y est tôt ou tard remplacé par de l'air (cellules de la moelle de sureau, cellules des cheveux blancs).

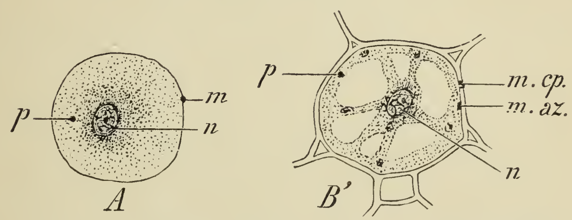


Fig. 2. — Cellules. *A*, cellule animale; *B*, cellule végétale; *p*, protoplasme ; *n*, noyau; *m az*, membrane azotée; *m.cp*, membrane cellulosique

Mode de vie d'une cellule libre. — Certains êtres inférieurs, appelés *Amibes* (fig. 4), sont composés d'une cellule unique sans membrane; leur protoplasme a la faculté de *se mouvoir ;* il se déforme et progresse dans l'eau ou tout autre milieu liquide (fig. 4 *bis*), en poussant des *prolongements* dits *amiboïdes.* Passe-t-elle auprès d'un corpuscule alimentaire, l'Amibe se met en *relation* avec lui, l'entoure de ses prolongements et l'englobe dans une vacuole digestive, *v.d*, pour s'en *nourrir ;* les débris du corpuscule, impropres à la nutrition, sont rejetés au dehors.

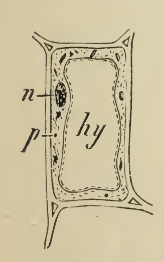


Fig. 3 — Cellule végétale avec une vacuole centrale, *hy*, remplie de suc cellulaire.

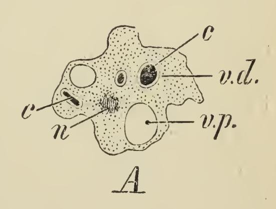
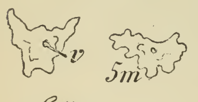


Fig. 4. — Amibe. *n*, noyau *c*, corps étranger inclus dans une vacuole digestive, *v.d.*

Le protoplasme qui se **meut** *et se* **nourrit** *est bien une substance vivante.*

Mode de vie d'un être pluricellulaire. — La plupart des êtres vivants sont de véritables *colonies de cellules ;* les cellules superficielles y sont en contact direct avec le milieu ambiant (air ou eau) ; les autres, plus ou moins profondément placées, sont séparées de ce milieu : toutes cependant doivent concourir à l'entretien de la colonie. Aussi trouve-t-on généralement, dans l'être pluricellulaire, des *cellules de formes diverses* chargées de remplir des fonctions distinctes.



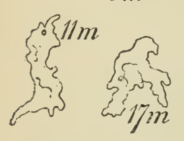


Fig 4 *bis* — Globule blanc du sang en migration ; *v*, vacuole : 5 *m*, 11 *m*, 17 *m*, déformations successives *de la même cellule* observées au bout de 5, 11, 17 minutes.

Les unes mettent la colonie en **relation** avec les autres êtres : ce sont les *cellules nerveuses, musculaires, osseuses*, etc.

Les autres sont affectées à la **nutrition** de la colonie : ce sont les cellules *épithéliales* qui recouvrent la surface du corps et en tapissent toutes les cavités naturelles (tube digestif, glandes), les *globules du sang*, etc.

Un être pluricellulaire est composé de cellules distinctes par leur forme et leur fonction.

Tissus. Organes. Appareils. — Dans l'être pluricellulaire, les cellules identiques sont groupées d'ordinaire et forment un **tissu** : notre squelette est du *tissu osseux* résultant du groupement de cellules osseuses ; notre cerveau est composé de *tissu nerveux ;* notre peau est recouverte de *tissu épithélial.*

Ces divers tissus sont associés en **organes**, chargés de produire un travail : l'œil, l'estomac, le rein sont des organes.

Les organes qui concourent à l'accomplissement d'une même fonction générale forment un **appareil**. Ex. : le tube digestif.

Tout **appareil** *remplit une* **fonction.**

Étudier les appareils, c'est faire de l'ANATOMIE ; en étudier les fonctions, c'est faire de la PHYSIOLOGIE.

PREMIERE PARTIE

ZOOLOGIE

Le mot *zoologie* signifie *science des animaux*.

Etudier la zoologie, c'est apprendre la forme, la constitution, les caractères des animaux, les comparer et en tirer les éléments d'une classification.

Nous prendrons l'Homme comme type auquel nous comparerons les animaux supérieurs.

ORGANISATION GÉNÉRALE DES ANIMAUX.

Fonctions et appareils. — Les animaux sont *sensibles* et se *meuvent* pour chercher leur *nourriture*. Ces caractères nous permettent de comprendre leur organisation :

Poussé par la *sensation* de la faim, l'animal se met en **relation** avec le monde extérieur afin d'y capturer une proie.

[**Fonctions de relation.**]

Quand il s'est emparé de l'*aliment*, l'animal s'en **nourrit**, c'est-à-dire qu'il lui fait subir des changements propres à le rendre liquide et absorbable : il *digère* l'aliment. Il puise en même temps, dans le milieu extérieur (air ou eau), l'oxygène sans lequel il ne saurait vivre : il *respire*. Aliments et oxygène pénètrent dans le sang qui *circule* entre les organes, pour leur distribuer les matériaux nécessaires (*assimilation*) et enlever leurs déchets (*désassimilation*). Des organes, appelés glandes, éliminent du sang ces résidus, par la *sécrétion* de produits qu'ils rejettent au dehors (*excrétion*)...... [**Fonctions de nutrition.**]

Ainsi l'animal effectue deux sortes de fonctions : les *fonctions de nutrition* (digestion, respiration, circulation, assimilation et sécrétion), et les *fonctions de relation* (locomotion et sensibilité). A chacune de ces fonctions correspond un appareil spécial chez les animaux supérieurs, comme l'indique le tableau I (p. 13).

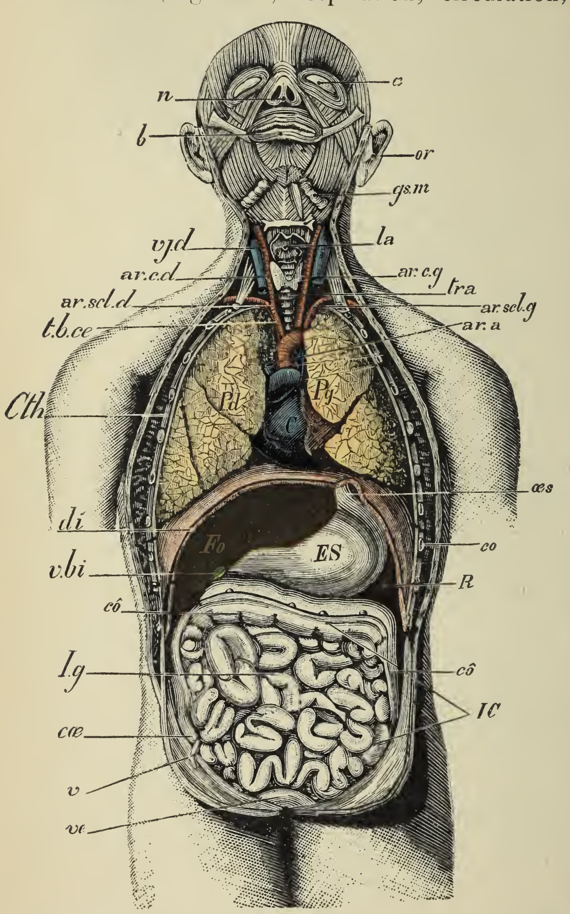


Fig. 5. — Principaux organes du corps. — Tête : *œ*, œil; *n*, nez; *b*, bouche; *or*, oreille. — Tronc : *la*, larynx; *tra*, trachée-artère; *Pd* et *Pg*, poumons droit et gauche; *Cth*, cavité thoracique; *co*, côte; *di*, muscle diaphragme; *C*, cœur; *ar a*, artère aorte; *t.b.ce*, tronc brachio-céphalique; *ar.c.d* et *ar.c.g*, artères carotides; *ar.scl.d.* et *ar.scl.g*, artères sous-clavières; *vj.d*, veine jugulaire droite. *Œs*, œsophage; *ES*, estomac; *I.g*, intestin grêle; *cœ*, cæcum; *cô*, côlon; *Fo*, foie; *v.bi*, vésicule biliaire; *R*, rate; *ve*, vessie

Répartition générale des organes dans le corps. — Le corps de l'Homme, considéré en particulier, présente trois parties essentielles : la *tête*, le *tronc* et les *membres*, dont le squelette et les muscles forment la charpente (fig. 5 et 78).

TABLEAU I. NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

Êtres	**bruts**, non organisés	**Minéraux.**
	vivants, organisés (structure *cellulaire*)	**Végétaux.** **Animaux.**

La **cellule** comprend : le *protoplasme*, substance essentielle et vivante, le *noyau* et la *membrane azotée*.

Un être **pluricellulaire** comprend des *cellules* différentes par leur forme et leur fonction.

Un *tissu* est un groupe de cellules identiques.

Un *organe* est une association de tissus.

Un *appareil* est formé d'organes.

Tout **appareil** remplit une **fonction**.

		Fonctions.	*Appareils* [*Homme*].
Fonctions	**de nutrition**	Digestion	Appareil digestif.
		Respiration	Poumons. Peau.
		Circulation	Cœur et vaisseaux.
		Assimilation	Cellules vivantes.
		Sécrétion et excrétion.	Glandes.
	de relation	Mouvement	Squelette et muscles.
		Sensibilité	Système nerveux et organes des sens.

RÉPARTITION GÉNÉRALE DES ORGANES DU CORPS [HOMME].

Corps.	**Tête..**	Centres nerveux (encéphale) ; Organes des sens délicats. Première partie du tube digestif.		
	Tronc.	*Cavité générale.*	*Cavité thoracique.*	Cœur. Poumons.
				Muscle diaphragme.
			Cavité abdominale.	Estomac. Intestin. Foie. Pancréas. Rate. Reins et vessie.
	Membres.			

Le squelette et les muscles forment la charpente du corps.

1° La **tête** contient : les *centres nerveux* formant l'encéphale (cerveau, cervelet, bulbe) ; les *organes des sens* [vue (*œil*), ouïe (*oreille*), odorat (*nez*), goût (*langue*)] ; le commencement du *tube digestif* (*bouche* et *pharynx*).

2° Le **tronc** comprend : la *moelle épinière*, centre nerveux logé dans la colonne vertébrale ; la *cavité générale*, qui abrite les viscères.

Cette cavité est divisée en deux parties par le *muscle dia-*

phragme, di (fig. 5), qui forme le plancher de la *cavité thoracique* et le plafond de la *cavité abdominale.*

La cavité thoracique contient : la *trachée-artère, tra;* les *poumons, Pd* et *Pg;* le *cœur, C* et l'*œsophage* (3e partie du tube digestif).

La cavité abdominale renferme : la fin du *tube digestif* (*estomac, Es ;* intestin, *Ig, IG* et ses glandes annexes : le *foie, Fo* et le *pancréas* en arrière de l'estomac) ; la *rate, R ;* l'*appareil urinaire* (2 *reins* situés en arrière de l'intestin et la *vessie, ve*).

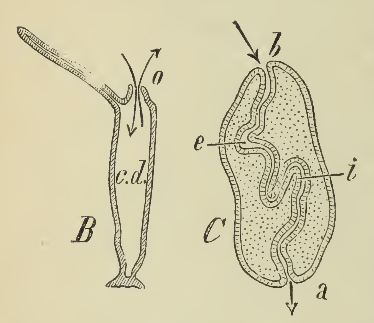


Fig. 6. — Tube digestif schématique *B*, Hydre ; *c.d*, cavité digestive avec un seul orifice, *o*. — C, animal supérieur ; *b*, bouche ; *e*, estomac ; *i*, intestin ; *a*, anus.

3° Les **membres** comprennent surtout des *os* et des *muscles.*

Symétrie bilatérale du corps. Symétrie radiaire. — Quand un objet peut être partagé en 2 parties telles que l'une soit l'image de l'autre dans un miroir, on dit qu'il possède une *symétrie bilatérale.*

L'Homme et un grand nombre d'animaux présentent ce mode de symétrie ; leur corps peut être coupé par un plan longitudinal passant par le milieu du visage et du tronc ; à droite et à gauche de ce plan sont disposés : un œil, une oreille, une narine, 12 côtes, un membre supérieur et un membre inférieur.

Certains êtres inférieurs (Étoile de mer, Corail, etc.) possèdent plusieurs plans de symétrie passant par un axe longitudinal qui occupe le centre de leur corps ; ces animaux ont une *symétrie radiaire.* L'Etoile de mer a 5 plans de symétrie ; le Corail en a 8 (fig. 129).

FONCTIONS DE NUTRITION

Les **fonctions de nutrition** ont pour but d'entretenir l'organisme avec des *aliments* puisés à l'extérieur.

Elles comprennent : la *digestion*, la *respiration*, la *circulation*, l'*assimilation*, la *sécrétion*.

Nous étudierons chez l'Homme, puis chez les animaux, les appareils dans lesquels s'accomplissent ces fonctions.

I. DIGESTION

Nous prenons, dans le milieu qui nous entoure, des *aliments solides et liquides, qui subissent dans un* **tube digestif** *les modifications propres à les rendre absorbables*. Les parties utiles des aliments pénètrent dans le sang, qui les porte à nos organes ; les parties inutiles sont rejetées au dehors (excréments).

§ 1 ALIMENTS

L'alimentation est nécessaire. Ration alimentaire. — *Tout être vivant doit prendre régulièrement des aliments et en quantité suffisante*, sinon il meurt d'*inanition*. L'Homme qui meurt faute de nourriture a perdu près de la moitié de son poids; il a digéré une partie de ses propres organes pendant ce jeûne forcé.

Un être vivant grandit pendant le *jeune âge*, acquiert un certain développement qu'il conserve dans l'*âge adulte*, puis dépérit dans la *vieillesse* et meurt. La quantité d'aliment nécessaire, par jour, à son développement normal s'appelle **ration**.

Deux animaux de même poids et d'âge différent étant donnés, la ration du plus jeune doit être la plus abondante puisque ses organes s'accroissent (*ration d'accroissement*); la ration de l'adulte sert uniquement à réparer ses pertes (*ration d'entretien*).

Un même ouvrier mange plus dans les jours de travail que pendant les jours de repos : sa *ration de travail* est supérieure à sa ration d'entretien.

Nature et composition de l'alimentation de l'Homme. — L'Homme adulte, ayant un poids moyen de 65 kilogrammes, perd en 24 heures : 20 gr. d'azote (Az) ; 300 gr. de carbone (C) ; 30 gr. de sels ; 2 000 gr. d'eau (H^2O).

Il répare ses pertes à l'aide d'aliments *minéraux* (eau, sel marin, etc.) et d'aliments *organiques*. Ces derniers comprennent :

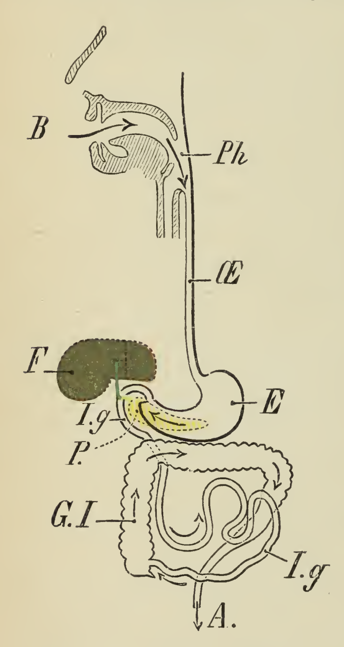


Fig. 7. — Tube digestif de l'Homme. *B*, bouche ; *Ph*, pharynx ; *Œ*, œsophage ; *E*, estomac ; *Ig*, intestin grêle ; *G.I*, gros intestin ; *A*, anus ; *F*, foie ; *P*, pancréas. Les flèches indiquent la direction suivie par les aliments.

1° Des *matières azotées* (C, H, O, Az) telles que : l'albumine de l'œuf, la caséine du fromage, le gluten des céréales ;

2° Des *hydrates de carbone* (C, H, O) tels que : le glucose des fruits, la fécule des pommes de terre, l'amidon du blé ;

3° Des *matières grasses* (C, H, O) telles que : graisses, huiles, beurre.

La ration du soldat français répond à la répartition suivante :

	POIDS relatifs	POIDS absolus
Matières azotées...	1	124 gr
Hydrates de carbone	3,48	430 —
Matières grasses...	0,45	55 —

Cette ration se compose de : 1 000 gr. de pain ; 300 gr. de viande non désossée ; 100 gr. de légumes frais ; 30 gr. de légumes secs.

Aucun aliment unique ne répond, par sa composition, aux exigences de la ration d'entretien, de travail ou d'accroissement, sauf le lait et l'œuf qui sont des **aliments complets** *pour le jeune animal*.

Nous verrons, par l'étude de la digestion, les transformations que subissent ces divers aliments en vue de leur absorption.

§ 2. TUBE DIGESTIF DE L'HOMME

En général, le **tube digestif** d'un animal supérieur est un canal qui traverse le corps et possède deux orifices : une *bouche*, *b* (fig. 6, *C*), servant

à l'introduction des aliments ; un *anus*, *a*, par lequel sont rejetés les excréments. Ce canal présente des poches (*estomac*, *e*), décrit des contours (*intestin, i*) où séjournent les aliments ; des *sucs digestifs* y sont déversés par des glandes annexes.

Les sucs digestifs sont des réactifs qui liquéfient les matières nutritives.

Le tube digestif de l'Homme (fig. 7) comprend : la *bouche, B ;* le *pharynx, Ph ;* l'*œsophage, Œ ;* l'*estomac, E ;* l'*intestin grêle, I.g ;* le *gros intestin, G. I,* terminé par l'*anus, A*.

1° Bouche. — Sa description. — La bouche (fig. 8) est une cavité limitée : en avant, par les lèvres et les dents ; sur les côtés, par les joues ; en haut, par la voûte du palais (6) ; en bas, par la langue ; en arrière, par le voile du palais ou luette (7), qui sépare incomplètement la bouche du pharynx (9).

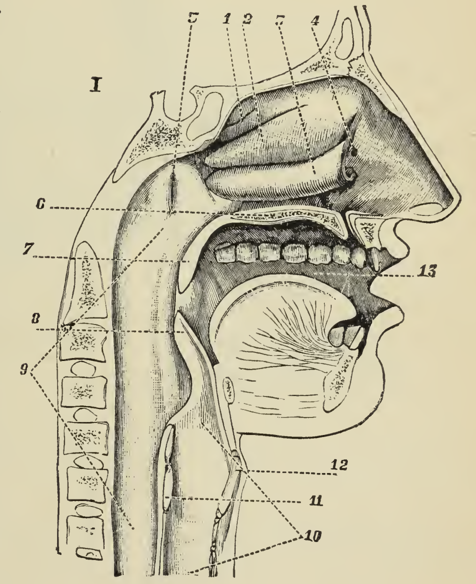


Fig. 8. — Coupe antéro-postérieure de la face : 1, 2, 3, cornets du nez ; 6, voûte du palais ; 7, voile du palais ; 8, épiglotte ; 9, pharynx et œsophage ; 10, larynx et trachée-artère ; 13, bouche.

Dans cette cavité s'accomplissent trois fonctions importantes : la **préhension** des aliments par les lèvres et les dents ; la **mastication** des aliments solides à l'aide des *dents* que portent les os maxillaires ; l'**insalivation** de la matière ainsi broyée, par la *salive* que sécrètent les *glandes salivaires*.

Dents. Mastication. — Les dents sont des corps durs que portent les mâchoires ; elles y sont logées dans les cavités (*alvéoles dentaires*) que présentent les 2 os maxillaires supérieurs fixes et l'os maxillaire inférieur *mobile*. Ce dernier a la forme d'un fer à che-

val s'articulant par 2 condyles, C (fig. 9), avec les os temporaux, (3), situés de chaque côté de la tête. Divers muscles le font mouvoir de haut en bas, de bas en haut et latéralement.

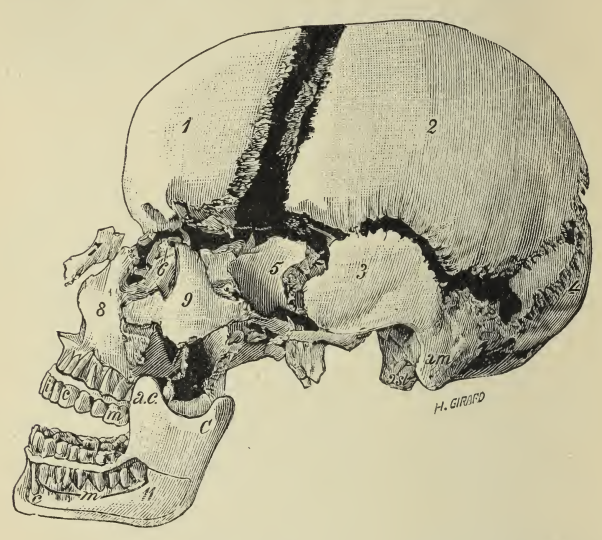


Fig. 9. — Tête désarticulée de l'Homme. 1, os frontal ; 2, pariétal ; 3, temporal ; 4, occipital ; 5, sphénoïde ; 6, ethmoïde ; 7, os nasal ; 8, maxillaire supérieur (*i*, incisives ; *c*, canine ; *m*, molaires) ; 9, os jugal ; 11, maxillaire inférieur (*ac*, apophyse coronoïde ; *C*, condyle)

Constitution externe d'une dent. — Une dent, M (fig. 10), se compose : de la *couronne*, *c*, extérieure à la gencive ; de la *racine*, *rac*, implantée dans l'alvéole ; le *collet*, *col*, sépare ces deux régions.

Forme des dents. — L'Homme possède 3 sortes de dents :

les *incisives*, *I*, à couronne tranchante et petite racine ;

les *canines*, *C*, à couronne conique et longue racine ;

les *molaires*, *M*, à couronne plate avec une racine simple (*prémolaires*) ou ramifiée (*grosses molaires*).

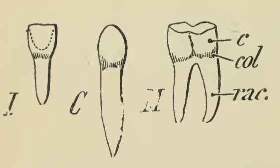


Fig. 10 — Dents de l'Homme. *I*, incisive ; *C*, canine ; *M*, grosse molaire : *c*, couronne ; *col*, collet ; *rac*, racine

Position des dents sur les mâchoires. Formule dentaire. — Les

TABLEAU II. DIGESTION.

Alimentation
- Elle est *nécessaire :* Un animal privé de nourriture meurt d'*inanition.*
- Elle doit être *suffisante* comme ....
  - quantité : *Ration.*
  - composition chimique.
    - *Matières azotées*...... 1.
    - *Hydrates de carbone*... 3.48
    - *Matières grasses*...... 0.45
    - Sels minéraux.

APPAREIL DIGESTIF

1° dans la série animale
- Vacuole digestive (Protozoaires).
- Cavité avec 1 orifice (Polypes).
- Tube avec 2 orifices (Animaux supérieurs).

2° chez l'Homme.

RÉGIONS	PRINCIPALES GLANDES	FONCTIONS
Bouche...........	Glandes salivaires.	Préhension, masticon, insalivon.
Pharynx..........	....	Déglutition. ....
Œsophage........	....	....
Estomac...... . ..	Gl. gastriques....	Chymification.................
Intestin grêle.....	Pancréas, Foie et	Chylification et
Gros intestin......	Gl. intestinales.	Absorption intestinale........
Anus.............	....	Défécation ....

I. Bouche. — 1° Préhension des aliments.

2° Mastication due
- à la *mobilité* du maxillaire inférieur;
- à l'action des *dents* portées par les maxillaires.

Dents
- Constitution : *Couronne, Collet, Racine.*
- Forme.......
  - *Incisives* servant à *couper* les aliments.
  - *Canines* — *déchirer* —
  - *Molaires* — *broyer* —
- Structure....
  - *Émail :* protège la couronne.
  - *Ivoire :* partie fondamentale de la dent.
  - *Pulpe dentaire :* nourrit la dent.
  - *Cément :* protège la racine.
- Distribution.
  - Formule dentaire de l'adulte:
    $$I = \frac{2}{2};\ C = \frac{1}{1};\ M = \frac{2\ pm + 3\ gm}{2\ pm + 3\ gm}.$$
  - Formule dentaire de l'enfant (*dentition de lait*) :
    $$I = \frac{2}{2};\ C = \frac{1}{1};\ M = \frac{2\ pm}{2\ pm}.$$

Insalivation à l'aide de la *salive*, produit des glandes salivaires.

Glandes salivaires
- Glandes en grappe [*parotides, sublinguales, sous-maxillaires*].
- *Salive*
  - composée d'eau, de sels et de *ptyaline.*
  - Rôles
    - mécanique = production du *bol alimentaire.*
    - chimique : transforme les *aliments féculents* en *glucose* absorbable par le sang.

TABLEAU III. DIGESTION (*Fin*).

II. **Pharynx**. — **Déglutition** des aliments conduits à l'œsophage.

III. **Œsophage**.

IV. Estomac.

- Paroi.....
  - avec fibres musculaires qui brassent les aliments.
  - avec *glandes gastriques* qui sécrètent le *suc gastrique*.
- *Glandes gastriques*.
  - Glandes en tubes ramifiés.
  - *Suc gastrique*...
    - composé d'eau, de sels, de *pepsine* avec HCl ;
    - transforme les *matières albuminoïdes* en *peptones* absorbables par le sang.

V. Intestin.

- Parties constitutives...
  - **Intestin grêle** = *Duodénum, Jéjunum, Iléon*.
  - **Gros intestin** = *Cœcum, Côlon, Rectum*.
- La paroi de l'intestin est hérissée de replis avec des *villosités intestinales*.
- Glandes.
  - 1° *Gl. intestinales* en tube sécrétant le *suc intestinal*.
    - *Suc intestinal* : composé d'eau, de sels, *d'invertine* ; transforme le *sucre de betterave* en *glucose*.
  - 2° *Pancréas*, glande en grappe sécrétant le *suc pancréatique*.
    - *Suc pancréatique*
      - composé d'eau, de sels, de *pancréatine*.
      - Rôles
        - Il transforme les *féculents* en *glucose*,
        - les *albuminoïdes* en *peptones* ;
        - il émulsionne les *graisses*.
  - 3° *Foie* composé de 4 lobes divisés en lobules. *Vésicule biliaire*.
    - *Un lobule* comprend des cellules hépatiques et un réseau sanguin unissant la *veine porte* et l'*artère hépatique* à la *veine sus-hépatique*.
    - Origine des canaux biliaires.
    - *Bile*
      - composée d'eau, de sels et de pigments.
      - Rôles
        - Elle émulsionne les *graisses* ;
        - elle empêche la putréfaction du chyle dans l'intestin
- **Absorption** du glucose, des peptones, des graisses et des sels minéraux par les *villosités intestinales*.

VI. **Anus**. **Défécation** ou rejet des excréments.

---

incisives, placées au milieu des mâchoires, *coupent* les aliments ; les canines, encadrant les incisives, *déchirent* comme le font les crocs du chien ; les molaires, placées sur les côtés, *broient* les aliments comme le feraient des meules.

Le nombre et la position des dents sur les mâchoires sont exprimés par une *formule dentaire*. On trouve chez l'Homme, sur une demi-mâchoire supérieure, *M.s* (fig. 11) et sur la demi-mâchoire inférieure correspondante, *M.i* :

2 incisives, 1 canine et 5 molaires. Au numérateur d'une fraction spéciale aux incisives, *I*, on écrit le nombre d'incisives de la mâchoire supérieure (2) et au dénominateur le nombre de celles de la mâchoire inférieure (2). On fait de même pour les canines et les molaires : d'où la formule dentaire de l'Homme adulte :

$$I = \frac{2}{2}; \quad C = \frac{1}{1}; \quad M = \frac{5}{5} = \frac{2\,pm + 3\,gm}{2\,pm + 3\,gm}. \quad \text{Total : 32 dents.}$$

L'enfant possède une première dentition, dite *dentition de lait*. Les *dents de lait* tombent à partir de 6 à 7 ans, poussées en dehors des gencives par les *dents de remplacement*.

La formule dentaire de l'enfant est :

$$I = \frac{2}{2}; \quad C = \frac{1}{1}; \quad M = \frac{2\,pm}{2\,pm}. \quad \text{Total : 20 dents.}$$

Une grosse molaire qui tombe n'est jamais remplacée.

Structure d'une dent. — Une dent, coupée par le milieu, présente 4 parties : 1° l'*ivoire, Iv* (fig. 12), qui en forme la substance fondamentale dure, renfermant du carbonate et du phosphate de calcium ; 2° l'*émail, Em*, couche blanche et brillante qui recouvre et protège l'ivoire sur toute l'étendue de la couronne ; 3° le *cément, Cé*, substance jaunâtre qui enveloppe la racine ; 4° la *pulpe dentaire, Pu*, partie molle occupant une cavité creusée dans l'ivoire. Dans le tissu conjonctif [1] de la pulpe se ramifient des vaisseaux sanguins nourriciers (artère, *a* ; veine, *v*) et un filet nerveux, *n*, qui donne à la dent sa sensibilité.

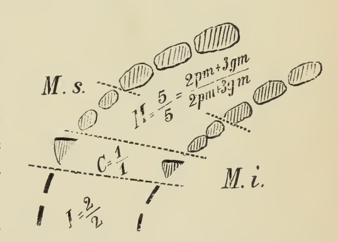


Fig. 11. — Figure schématique représentant la disposition des dents sur un demi-maxillaire supérieur, *M.s* et sur le demi-maxillaire inférieur correspondant, *M.i.* La formule dentaire est inscrite entre les deux séries de dents.

Glandes salivaires. Insalivation. — *Forme des glandes salivaires.* — Ce sont des *glandes en grappe* (fig. 13), ainsi appe-

1. On appelle *tissu conjonctif* un tissu qui relie les organes du corps et les maintient dans une immobilité relative, de telle sorte qu'ils conservent entre eux les mêmes rapports.

lées à cause de leur ressemblance extérieure avec une grappe de raisin : chaque grain est un *lobule, ac*, dont le produit de sécrétion (*salive*) est conduit par le canal, *c.s*, dans le *canal excréteur* de la glande, *c.ex*.

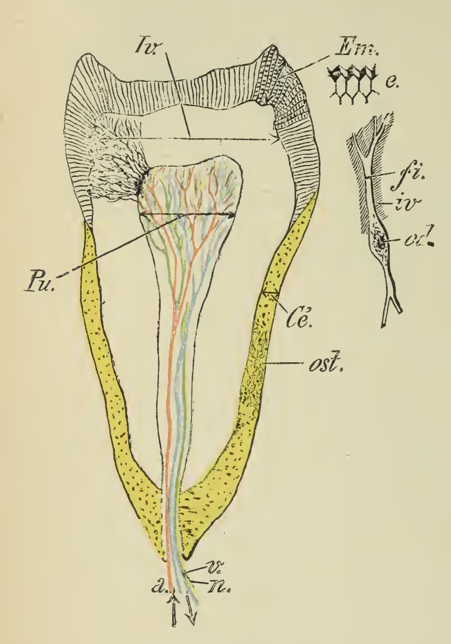


Fig. 12. — Coupe d'une dent : *Iv*, ivoire ; *Pu*, pulpe dentaire (*a*, artère ; *v*, veine ; *n*, nerf) ; *Cé*, cément ; *Em*, émail.

Diverses sortes de glandes salivaires. — L'Homme en possède 3 paires : les *glandes parotides* (développées en avant des oreilles), qui sécrètent une salive abondante, très liquide ; les *glandes sous-maxillaires* (logées dans l'angle formé par le maxillaire inférieur), qui produisent une salive épaisse, visqueuse ; les *glandes sublinguales* (placées sous la langue), qui sécrètent un liquide très épais.

Composition et rôles de la salive. — Les aliments, coupés et broyés par les dents, sont imprégnés de *salive*.

La salive contient 990 pour 1000 d'eau, avec des chlorures, des carbonates, une matière albuminoïde appelée **ptyaline** : ferment soluble précipité par addition d'alcool à la salive filtrée.

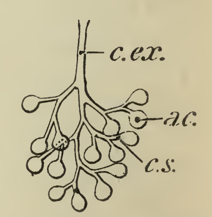


Fig. 13. — Glande en grappe. *ac*, lobule ; *c.ex*, canal excréteur

Elle joue un rôle *mécanique* et un rôle *chimique* dans la digestion :

Son *rôle mécanique* est de maintenir humide l'épithélium qui tapisse la bouche, d'aider à la trituration des aliments solides, avalés ensuite sous forme de *bols alimentaires*.

Son *rôle chimique* est de *fixer de l'eau sur les aliments féculents*

(amidon, fécule) *réduits* ainsi *en glucose directement absorbable par le sang.*

$$(C^6H^{10}O^5)^n + (H^2O)^n = (C^6H^{12}O^6)^n.$$
Amidon. Eau. Glucose.

Cette hydratation des féculents, due à l'action de la ptyaline à 37 degrés, commence dans la bouche et se continue dans les parties suivantes du tube digestif.

2° **Pharynx**. — Le pharynx, *Ph* (fig. 14), est un carrefour où aboutissent 4 voies : en haut, la bouche, *B* et les fosses nasales postérieures, *F.n.p* ; en bas, la trachée-artère, *T.A*, et l'œsophage, *Œ*. La luette (voile du palais) *Lu*,

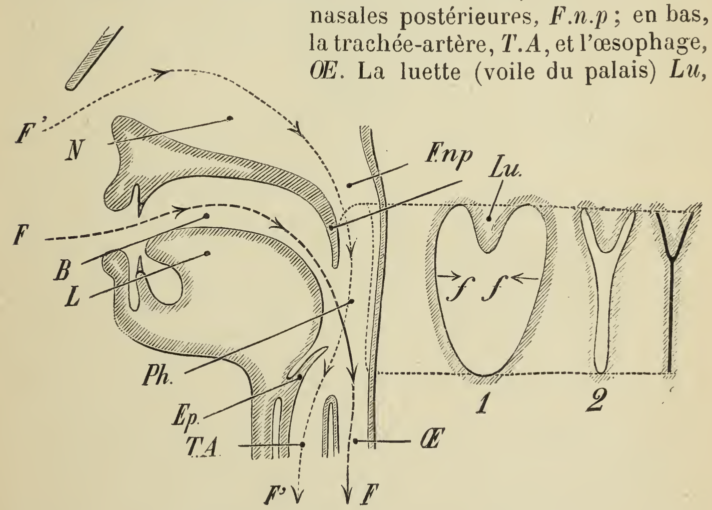


Fig. 14. — Section antéro-postérieure de la bouche et du pharynx. *B*, bouche; *Ph*, pharynx; *N*, cavité nasale; *Œ*, œsophage; *T.A*, larynx et trachée-artère; *L*, langue; *Ep*, épiglotte; *Lu*, voile du palais; *F.np*, fosses nasales postérieures FF, trajet des aliments; F'F', trajet suivi par l'air inspiré. — 1, 2, 3, déformations successives de l'isthme naso-pharyngien pendant la déglutition

est suspendue entre la bouche et le pharynx; l'*épiglotte*, *Ep*, occupe la base de la langue, au-dessus de l'orifice de la trachée-artère.

Déglutition des aliments. — C'est l'acte par lequel les aliments passent de la bouche dans l'œsophage à travers le pharynx, suivant la flèche, *FF*. — 1° Le bol alimentaire, pressé par la langue contre le fond de la bouche, s'engage sous la luette qu'il

relève en arrière ; à ce moment, les piliers musculaires de la luette se contractent suivant *ff* (1), se rapprochent (2, 3), et la cavité nasale est fermée. — 2° La trachée-artère se soulève et son orifice s'applique contre l'épiglotte; l'œsophage seul ouvert recueille le bol alimentaire.

3° **Œsophage.** — Ce tube, long de 20 à 25 centimètres, descend à travers la cavité thoracique, entre la trachée-artère et le cœur en avant, et la colonne vertébrale en arrière; il franchit le muscle diaphragme en *œs* (fig. 5), et débouche dans l'estomac par l'orifice appelé *cardia*, *Ca* (fig. 15).

La progression du bol alimentaire dans l'œsophage est facilitée par la contraction des muscles qui composent sa paroi.

4° **Estomac.** — **Sa description.** — L'estomac (fig. 5, *ES*) est une poche oblongue placée transversalement : au-dessous du foie, *Fo*, et du diaphragme, *di*, en haut de la cavité abdominale; en avant du pancréas et au-dessus du gros intestin (côlon, *co*). Il communique : avec l'œsophage par le *cardia*, *Ca* (fig. 15) ; avec l'intestin grêle, *I*, par le *pylore, Py*, orifice plus étroit, que ferme ordinairement un muscle à fibres circulaires.

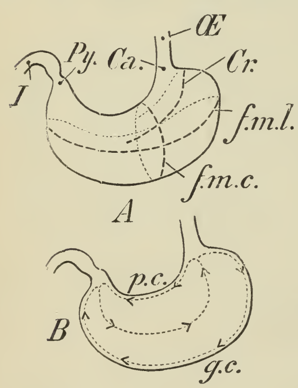


Fig. 15. — Estomac. A, figure schématique montrant la disposition des fibres musculaires qui composent la paroi de cet organe : *f.m l*, fibres longitudinales : *f.m.c*, fibres circulaires ; *Œ*, œsophage; *Ca*, cardia; *Py*, pylore; *I*, intestin. B, trajet suivi par les aliments brassés dans l'estomac.

La paroi de l'estomac renferme des éléments musculaires qui, en se contractant, brassent les aliments contenus dans cette poche (fig. 15, *B*); pendant ce brassage, les aliments s'imprègnent de *suc gastrique* sécrété par les glandes du même nom.

Glandes gastriques. Chymification. — Ces glandes ont la forme d'un tube simple ou ramifié, atteignant à peine 1 ou 2 millimètres de longueur; on en compte plusieurs millions, surtout au voisinage du cardia. Elles produisent le *suc gastrique.*

Composition et rôle du suc gastrique. — Ce liquide transparent et légèrement jaunâtre contient 980 pour 1 000 d'eau, un peu de

sel marin ($NaCl$), d'acide chlorhydrique (HCl) et un ferment soluble appelé **pepsine** (*qui apparaît seulement lorsque l'aliment introduit dans l'estomac est albuminoïde*)

Le rôle chimique du suc gastrique est de transformer les matières albuminoïdes en peptones liquides et absorbables, grâce à l'action simultanée de la pepsine et de l'acide chlorhydrique.

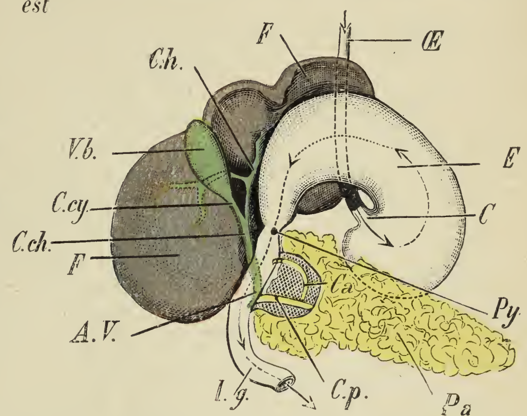


Fig. 16. — Estomac et intestin grêle. Glandes annexes du duodénum. *Œ*, œsophage; *E*, estomac relevé pour laisser voir le pancréas, *Pa*; *Ig*. intestin grêle (duodénum). *C*, cardia; *Py*, pylore; *F*, foie; *V.b*, vésicule biliaire; *C.cy*, canal cystique se réunissant au canal hépatique, *C.h*, pour former le canal cholédoque, *C.ch*. — *C.p*, canal pancréatique.
Les flèches indiquent le trajet suivi par les aliments

On appelle *chyme* la bouillie alimentaire qui passe dans l'intestin, et *chymification* l'ensemble des modifications subies par les aliments dans l'estomac.

5° **Intestin**. — Sa description. — Ce tube comprend :

L'intestin grêle, *I.g* (fig. 7), long de 8 mètres avec un diamètre de 0m.03 ; le **gros intestin**, *G.I*, long de 1m, 50 avec un diamètre de 0m,10.

L'intestin grêle comprend trois régions : 1° le *duodénum*, long de 0m,15, qui fait suite à l'estomac, *E* (fig. 16) ; 2° le *jéjunum*, de teinte rosée ; 3° l'*iléon*, verdâtre, où séjournent le plus longtemps les aliments. Jéjunum et iléon, enroulés irrégulièrement, forment les circonvolutions de l'intestin.

Une sorte de boutonnière, la *valvule iléo-cæcale*, *V. i. cœ* (fig. 17), fait communiquer l'iléon, *I. g*, avec le gros intestin.

Trois régions sont comprises dans le **gros intestin** : 1° le *cæcum*, *Cœ* (fig. 17), peu important chez l'Homme ; 2° le *côlon Co*, qui encadre l'intestin grêle en haut et latéralement (fig. 5) ; 3° le *rectum*, terminé par l'*anus*.

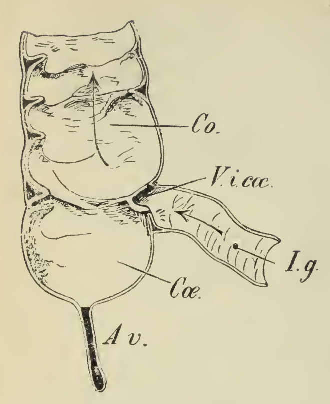


Fig. 17. — Section de l'intestin au niveau de la valvule iléo-cæcale, *V.i.cœ*. *I.g*, intestin grêle; *Cœ*, cæcum; *Cô*, côlon

Paroi interne et structure de l'intestin. — La surface interne de l'intestin présente de nombreux replis appelés *valvules conniventes ;* valvules et sillons sont hérissés d'une multitude de *villosités intestinales* (fig. 18), petits cônes ayant au plus 1^{mm} de haut. Sur la paroi interne débouchent les millions d'orifices de petites glandes (*glandes de Lieberkühn, G.L.*); dans le duodénum est l'orifice unique servant à l'écoulement du suc pancréatique amené par le canal pancréatique, *C.p* (fig. 16), et de la bile amenée par le canal cholédoque, *C.ch*.

Dans la paroi de l'intestin se trouvent : 1° des fibres musculaires qui, par leurs contractions, obligent le contenu de l'intestin grêle à progresser lentement vers le gros intestin jusqu'à l'anus ; 2° des vaisseaux sanguins [rameaux des *artères mésentériques, A.m* (fig. 23) et rameaux de la *veine porte, V.p*, reliés par un réseau capillaire ; *réseau chylifère, R.ch*, dépendant du canal thoracique, *C.th*].

Les terminaisons vasculaires et chylifères sont contenues dans les villosités intestinales.

Fig. 18. — Villosité intestinale (figure schématique). *Ep*, épithélium; *T.c*, tissu conjonctif; *G.L*, glande de Lieberkühn ; *A*, artériole ; *V*, veinule. *V ch*, vaisseau chylifère

Villosités intestinales. — Vue en coupe, une villosité (fig. 18) est recouverte d'un épithélium simple, *Ep*; dans le tissu conjonctif sous-jacent, *T.c*, on trouve le réseau capillaire qui relie l'artériole afférente, *A* (rameau de l'artère mésentérique), à la veinule efférente, *V* (rameau de la veine-porte) ; au milieu de la villosité est le vaisseau chylifère, *V.ch*.

Péritoine.— L'intestin est enveloppé par une vaste membrane *séreuse*

appelée *péritoine*, qui permet aux replis intestinaux d'effectuer les mouvements propres à assurer la marche des aliments jusqu'à l'anus.

Une séreuse est un sac fermé, aplati sur lui-même, dont les deux parois (*feuillets*) sont séparées par un liquide ou *sérosité* : les feuillets f et f' peuvent glisser ainsi l'un sur l'autre. Si un organe comme l'intestin pousse devant lui le feuillet f, ce feuillet l'enveloppera directement et sera appelé *feuillet viscéral;* le feuillet f', formant une enveloppe externe, sera le *feuillet pariétal* tapissant la cavité dans laquelle l'organe est placé.

Glandes de l'intestin. — Les unes, contenues dans la paroi même, sont les **glandes intestinales proprement dites**; les autres sont le **pancréas** et le **foie**, glandes annexes de l'intestin.

Glandes intestinales. — Ces *glandes*, *G. L* (fig. 18), sécrètent le **suc intestinal**, liquide alcalin renfermant un ferment soluble, l'**invertine**. *Le suc intestinal transforme la fibrine du sang en peptone absorbable*, et *le sucre de canne* (soluble et non absorbable) *en glucose.*

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 2\ C^6H^{12}O^6$$

Sucre de betterave. Eau. Glucose.

Pancréas. — C'est une grosse glande en grappe située derrière l'estomac, *P.a* (fig. 16); un canal pancréatique, *C.p*, conduit dans le duodénum, en *A. V*, le **suc pancréatique** qu'elle sécrète.

Composition et rôles du suc pancréatique. — Le suc pancréatique est un liquide incolore, épais comme un sirop; il contient 900 pour 1000 d'eau, des chlorures et des phosphates alcalins, et la **pancréatine** *dont le rôle est triple dans la digestion.*

Ce ferment soluble *complète l'action de la salive sur les aliments féculents, l'action du suc gastrique sur les matières albuminoïdes ;* enfin *il émulsionne les graisses,* c'est-à-dire qu'il les divise en fines gouttelettes dont l'absorption est plus facile par les vaisseaux sanguins de l'intestin.

Foie. — Le foie est une grosse masse brune, *F* (fig. 16), appliquée sous le muscle diaphragme, à droite et en haut de la cavité abdominale. Sa face supérieure est lisse, sa face inférieure est échancrée suivant un *H* (fig. 19).

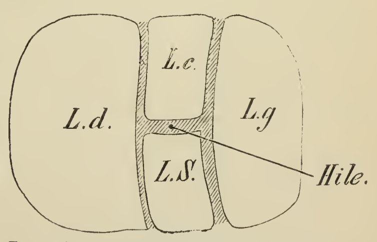


Fig. 19. — Face inférieure du foie *L.d*, lobe droit; *L.g*, lobe gauche.

Le foie est enveloppé d'une membrane qui le partage incomplètement en 4 lobes, divisés en lobules de diamètre 1mm.

On appelle *hile* la dépression médiane du foie par où pénètrent: la *veine porte, v.p* (fig. 20) et l'*artère hépatique,a.h;* il en part le *canal cholédoque, c.ch*, conducteur de la bile.

En arrière du foie se trouve la *veine cave inférieure, V.c.i*, qui reçoit les *veines sus-hépatiques, V.s.h*, émergeant du foie.

Lobule hépatique. — Un lobule hépatique est composé de cellules baignées par un *réseau sanguin* que forment les ramifications de la veine porte, *V.p*, continuées par celles de la veine sus-hépatique, *V.s.h* (fig. 21, *B*) : ce réseau est traversé par le sang suivant les flèches indiquées (fig. 23).

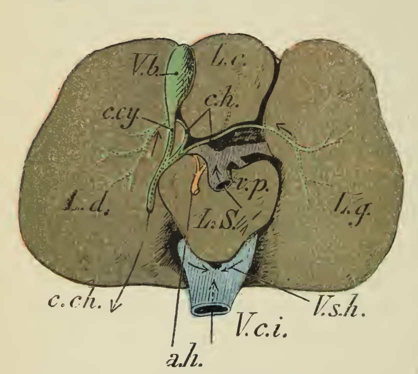


Fig. 20. — Foie (face inférieure) *v.p*, veine porte; *a.h*, artère hépatique; *V.c.i*, veine cave inférieure recevant les veines sus-hépatiques *V.s.h* ; *c.ch*, canal cholédoque ; *c.cy*, canal cystique; *V.b*, vésicule biliaire ; *c.h*, canaux hépatiques

Autour des cellules hépatiques naît un réseau biliaire (fig. 21, *A*), formé de canaux où se rassemble la **bile** sécrétée par les cellules hépatiques ; la bile est portée à l'intestin par le *canal cholédoque*.

Les canalicules biliaires se confondent en un *canal hépatique, c.h*, qui communique avec la vésicule biliaire, *V.b*, par le *canal cystique, c.cy* ; le *canal cholédoque, c.ch*, résulte de la fusion des deux précédents.

Composition et rôles de la bile. — La bile est un liquide jaune légèrement alcalin, qui verdit à l'air ; elle renferme 850 pour 1000 d'eau, des chlorures, des phosphates et des substances organiques diverses (graisses, cholestérine, urée, etc.).

La bile émulsionne les graisses de concert avec le suc pancréatique ; elle s'oppose à la putréfaction des aliments dans l'intestin.

La bile est à la fois un *suc digestif* et un liquide *excrémentitiel* contenant nombre de substances de déchet, éliminées du sang.

Chylification. Absorption intestinale. Défécation. — Le chyme, sorti de l'estomac par petites ondées à travers le pylore, s'imprègne dans le duodénum de suc pancréatique et de bile, et de suc intestinal dans tout l'intestin.

Les aliments féculents sont transformés en glucose, les matières albuminoïdes en peptones et les graisses sont émulsionnées.

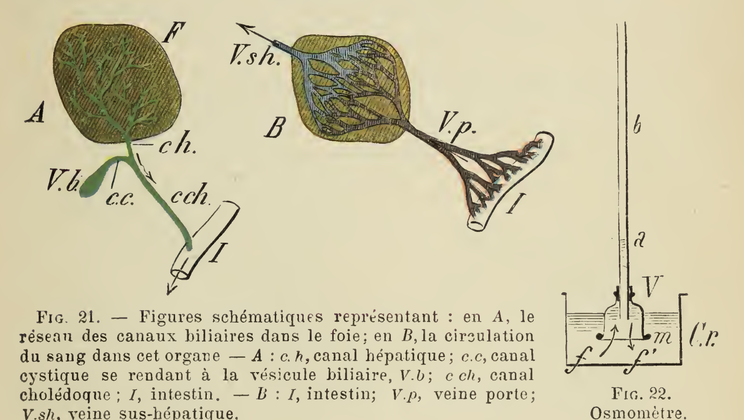


Fig. 21. — Figures schématiques représentant : en *A*, le réseau des canaux biliaires dans le foie; en *B*, la circulation du sang dans cet organe — *A* : *c. h*, canal hépatique; *c.c*, canal cystique se rendant à la vésicule biliaire, *V.b*; *c ch*, canal cholédoque; *I*, intestin. — *B* : *I*, intestin; *V.p*, veine porte; *V.sh*, veine sus-hépatique.

Fig. 22. Osmomètre.

La dissolution dans l'eau du glucose, des peptones et des sels minéraux, additionnée de matières grasses en suspension, constitue le *chyle*.

NATURE DES ALIMENTS	transformés	PAR LES SUCS DIGESTIFS :				
		Salive	Suc gastrique	Suc pancréatique	Bile	Suc intestinal
Féculents		glucose.		glucose.		
Albuminoïdes .			peptones.	peptones.		
Fibrine du sang	en					peptones.
Saccharoses ...						glucose.
Graisses				émulsion.	émulsion.	

Toutes les parties liquides et dialysables du chyle sont absorbées par l'épithélium, Ep (fig. 18), *qui revêt intérieurement l'intestin, puis*

par les vaisseaux sanguins, A, V, *et les vaisseaux chylifères*, V. ch, *que renferment les villosités intestinales.*

Les résidus, passant par la valvule iléo-cæcale dans le gros intestin, sont expulsés par l'anus (**défécation**).

Nature du phénomène de l'absorption intestinale. — Soit un vase sans fond, *V* (fig. 22), pourvu d'une membrane humide et bien tendue, *m* [vessie de porc, baudruche]. On remplit *totalement* ce vase d'une dissolution concentrée d'azotate de potassium, puis on le ferme avec un bouchon traversé par un tube de verre, de sorte que l'excès du liquide monte dans le tube au niveau *a*. Le vase est en partie plongé dans l'eau pure d'un cristallisoir, *Cr ;* au bout de quelque temps, le niveau du liquide s'est élevé de *a* en *b :* il y a eu **osmose**, c'est-à-dire passage de l'eau pure vers la dissolution, à travers la membrane et suivant la flèche *f* (*endosmose*) ; il y a eu aussi passage inverse, mais moins sensible, de la dissolution vers l'eau pure, suivant la flèche *f'* (*exosmose*).

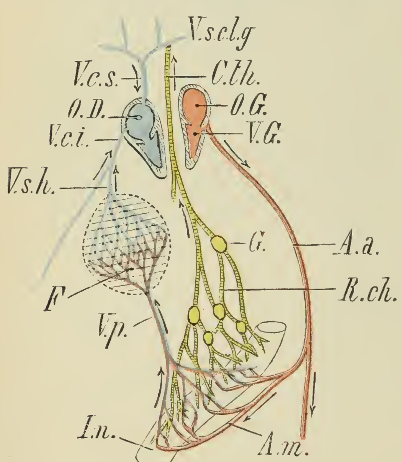


Fig. 23. — Schéma de l'absorption intestinale. *O.G*, *V.G*, oreillette et ventricule gauches du cœur ; *O.D.* oreillette droite ; *V.c.i*, *V.c.s*, veines caves inférieure et supérieure ; *A.a*, artère aorte ; *A.m*, artère mésentérique ; *In*, intestin ; *V.p*, veine porte ; *F*, foie ; *V.s.h*, veine sus-hépatique ; *R.ch*, réseau chylifère ; *C.th*, canal thoracique.

C'est là l'expérience de Dutrochet.

Le déplacement du niveau *a* vers *b* est d'autant plus rapide que la dissolution employée est plus concentrée. Si on avait mis de l'albumine (blanc d'œuf) dans le vase *V*, l'endosmose seule se serait produite, car l'albumine n'est pas *dialysable*.

L'absorption intestinale est une diffusion, à travers l'épithélium intestinal, des matières dialysables du chyle (glucose, peptones, sels minéraux); toutefois, les cellules vivantes de l'épithélium intestinal participent activement au phénomène d'absorption. Les gouttelettes graisseuses traversent le plus lentement la paroi de l'intestin et pénètrent surtout dans les vaisseaux chylifères.

Destination des matières absorbées (fig. 23). — Le glucose, les peptones flesı sels sont emportés par le sang de la veine-porte, *V.p*, dans le otie *F*, où glucose et peptones sont mis partiellement en réserve.

Les veines sus-hépatiques, *V.s.h*, amènent le sang à la veine cave inférieure, *V.c.i*, et à l'oreillette droite du cœur, *O.d*.

Le contenu des chylifères est conduit par le réseau chylifère, *R. ch*, dans le canal thoracique, *C. th ;* ce canal, qui reçoit d'autre part de la

lymphe, verse son contenu dans la veine sous-clavière gauche, *V.s.cl.g*, rameau de la veine cave supérieure, *V.c.s*, qui se rend aussi à l'oreillette droite.

Ainsi l'oreillette droite contient du sang abondamment chargé de matières nutritives, surtout pendant la digestion.

§ 3. APPAREIL DIGESTIF DANS LA SÉRIE ANIMALE

Les aliments subissent dans le tube digestif deux sortes de modifications : 1° *trituration mécanique* qui augmente leur surface de contact avec les sucs digestifs ; 2° *modifications chimiques* dues à l'action des sucs digestifs.

L'étude de l'appareil digestif dans la série animale comprend donc : 1° l'examen des variations de l'appareil masticateur qui sert à triturer les aliments [*dents* des Vertébrés ; *armature buccale* des Arthropodes, etc.] ; 2° les modifications de forme que présente le tube digestif [*dilatations* (estomac, gésier), *circonvolutions* et *replis* de l'intestin], modifications étroitement liées au régime alimentaire.

1° APPAREIL MASTICATEUR

VERTÉBRÉS. — **MAMMIFÈRES.** — *La plupart des Mammifères ont des dents ;* cependant la Baleine a des fanons, l'Échidné est pourvu d'un bec corné.

Les dents, toutes semblables chez les *homodontes* (Dauphin) ; sont de formes différentes chez les *hétérodontes* (Homme, Chien).

La dentition des hétérodontes, la forme et la direction des condyles du maxillaire inférieur, sont adaptées au régime alimentaire, ainsi que le prouvent les exemples suivants :

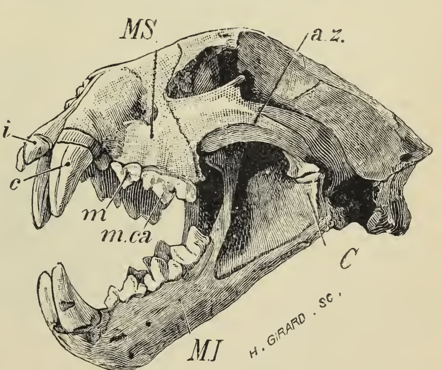


Fig. 24. — Tête de Carnivore (Jaguar) : *i*, incisives ; *c*, canine ; *m*, molaires ; *m.ca*, dent carnassière. *MS*, maxillaire supérieur ; *a.z*, arcade zygomatique très saillante ; *MI*, maxillaire inférieur ; *C*, condyle transversal.

1° *Type carnivore* (fig. 24). — Les maxillaires sont d'autant plus courts que l'animal se nourrit plus exclusivement de

chair : le museau du Chat est plus court que celui du Chien.

Les condyles, C (fig. 24 et 25), *sont cylindriques et dirigés perpendiculairement au plan de symétrie de la tête*, de sorte que la mâchoire inférieure se meut dans le sens vertical seulement.

Fig. 25. — Disposition des condyles du maxillaire inférieur par rapport au plan de symétrie XY de la tête. *C*, carnivore ; *O*, omnivore ; *R*, rongeur.

Les incisives *i* sont petites ; les canines sont fort saillantes (crocs, *c*) ; les molaires *m*, en forme de feuilles de trèfle, sont disposées sur les 2 mâchoires suivant 2 rangées qui se croisent comme les lames d'une paire de ciseaux, quand la bouche se ferme.

Formule dentaire du Lion : $I = \frac{3}{3}$; $C = \frac{1}{1}$; $M = \frac{4}{3}$;

2° *Type omnivore.* — La dentition de l'Homme est caractéristique de ce type. *Les condyles*, *O* (fig. 25), *sont disposés obliquement*, de sorte que la mâchoire inférieure effectue des mouvements, les uns verticaux, les autres latéraux.

Les incisives sont coupantes chez l'Homme et le Singe ; les canines, plus développées chez le Singe que chez l'Homme ; les molaires sont tuberculeuses.

Formule dentaire du Sanglier : $I = \frac{3}{3}$; $C = \frac{1}{1}$; $M = \frac{7}{7}$;

3° *Type rongeur* (fig. 26). — Le maxillaire inférieur du Lapin présente des *condyles*, *R* (fig. 25), *parallèles au plan de symétrie de la tête ;* la mâchoire inférieure se meut verticalement et d'avant en arrière.



Fig. 26. — Tête de Rongeur (Porc-épic). 1, incisives ; 2, molaires ; 3, condyle.

Les incisives sont très grandes et à *croissance continue ;* recou-

vertes d'émail sur leur face antérieure seule, elles s'usent en biseau ; leur bord tranchant coupe les aliments en fines lamelles. Les canines manquent. Les molaires ont une couronne aplatie où l'émail forme des *plis transversaux ;* elles râpent les aliments réduits en pulpe, grâce au mouvement d'avant en arrière qu'exécute la mâchoire inférieure.

Formule dentaire du Lapin : $I = \frac{1}{1}$; $C = \frac{0}{0}$; $M = \frac{5}{5}$;

4° *Type ruminant* (fig. 27). — Le maxillaire inférieur du Chevreuil possède des *condyles plats se mouvant sur une surface arrondie,* et non plus dans une cavité ; la mâchoire inférieure effectue alors des mouvements latéraux et circulaires très étendus.

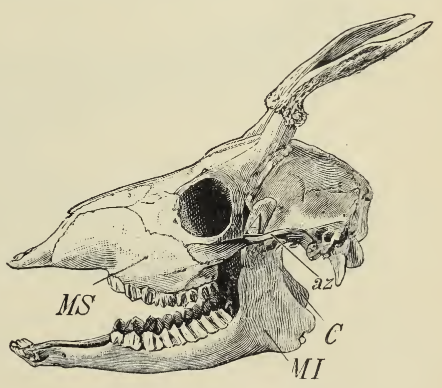


Fig 27. — Tête de Chevreuil.

La mâchoire supérieure porte, au lieu d'incisives, un bourrelet de chair contre lequel l'animal presse la touffe d'herbe dont il s'est emparé, touffe qu'il détache d'un coup de tête ; l'herbe est écrasée par les molaires dont la couronne aplatie est garnie de replis d'émail ; pas de canines.

Formule dentaire du Chevreuil : $I = \frac{0}{4}$; $C = \frac{0}{0}$; $M = \frac{6}{6}$;

5° *Type équidé.* — Le maxillaire inférieur du Cheval présente des condyles identiques à ceux des Ruminants, mais la forme et le nombre des dents diffèrent.

Les incisives tranchantes sont au nombre de 6 à chaque mâchoire (2 *pinces* au milieu, puis 2 *mitoyennes*, 2 *coins* sur les côtés) ; les canines sont peu accusées; les molaires sont pourvues de crêtes sinueuses propres à broyer l'herbe.

Formule dentaire du Cheval : $I = \frac{3}{3}$; $C = \frac{1}{1}$; $M = \frac{6}{6}$.

OISEAUX. — Les Oiseaux actuels n'ont pas de dents ; leurs maxillaires sont revêtus d'un bec corné ; le maxillaire inférieur, articulé sur le crâne par l'intermédiaire d'un *os carré,* permet à ces animaux d'ouvrir largement la bouche.

REPTILES. — A l'exception des Tortues pourvues d'un bec corné, tous les Reptiles portent des dents coniques *préhensiles*, soudées aux maxillaires chez les Lézards et les Serpents, logées dans des alvéoles chez les Crocodiles (fig. 28).

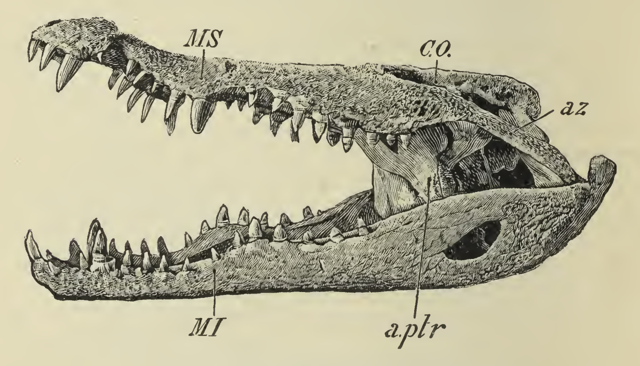


Fig. 28. — Tête du Crocodile

Les Serpents sont pourvus de dents sur la voûte du palais. Les espèces venimeuses, comme la Vipère, possèdent en outre 2 *crochets* en rapport avec une glande à venin (page 186).

AMPHIBIENS ET POISSONS. — Les dents sont généralement nombreuses, mais nullement affectées à la mastication ; on en trouve jusque dans le pharynx chez les Poissons.

ARTHROPODES. — L'armature buccale varie profondément chez ces animaux avec le régime alimentaire.

INSECTES. — Qu'un Insecte soit *broyeur* (Hanneton), *lécheur* (Abeille) ou *suceur* (Papillons), son armature est composée des mêmes pièces conformées et assemblées différemment.

Chez les Insectes broyeurs (fig. 29), on trouve successivement un *labre* impair, *l ;* au-dessous, 2 fortes *mandibules*, *m ;* puis

2 *mâchoires, M;* enfin une *lèvre inférieure, l'*. Mandibules et mâchoires sont affectées à la mastication.

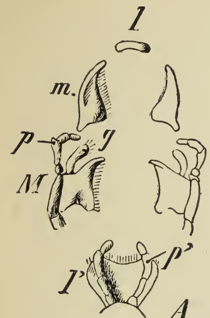


Fig. 29. — Armature buccale d'un Insecte broyeur.

La trompe des Insectes suceurs est due à l'allongement des mâchoires creusées en gouttières.

CRUSTACÉS. — Chez l'Écrevisse, les pièces essentielles de l'armature buccale sont : 1 paire de *mandibules,* 2 paires de *mâchoires* et 3 paires de *pattes-mâchoires.* Ces appendices, comparés avec les pattes locomotrices, montrent leur adaptation progressive à la fonction de mastication.

L'appareil masticateur n'a que peu d'importance chez la plupart des autres animaux ; il fait défaut chez les êtresinférieurs.

2° TUBE DIGESTIF

VERTÉBRÉS. — La longueur du tube digestif est la plus grande chez les animaux franchement herbivores.

Nous envisagerons spécialement ici l'estomac et l'intestin.

MAMMIFÈRES. — Leur tube digestif diffère peu de celui de l'Homme; quelques-uns cependant ont un estomac complexe, notamment les Ruminants dont l'estomac se compose de 4 poches (fig. 30) : la *panse, p;* le *bonnet, b;* le *feuillet, f,* et la *caillette, c.*

Rumination. — L'herbe, grossièrement mâchée d'abord par un Ruminant, est réduite en boulettes d'un diamètre supérieur à celui de l'œsophage qu'elles distendent en descendant vers l'estomac; parvenues au niveau de la gouttière *g* (fig. 30), ces boulettes en écartent les lèvres et tombent dans la *panse, p;* elles y sont soumises à l'action chimique de nombreux ferments et brassées par la paroi.

Au repos, le Ruminant se couche et fait remonter dans la bouche la bouillie que renferme sa panse. De nouveau mâchée et insalivée, la matière alimentaire très liquide glisse le long de l'œsophage sans le distendre, passe devant la gouttière *g* sans l'ouvrir, parvient au *feuillet*, puis à la *caillette, véritable estomac chimique* où le suc gastrique exerce son action sur les albuminoïdes. (La

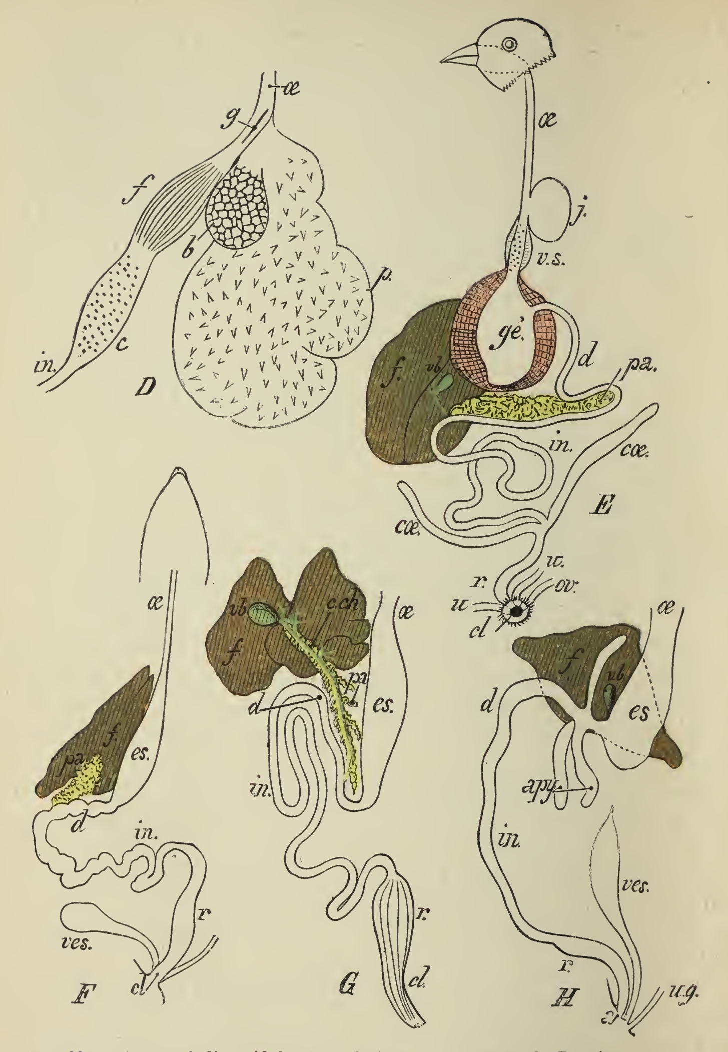


Fig. 30 — Appareil digestif des Vertébrés. — D, Estomac de Ruminant; *œ*, œsophage; *g*, gouttière; *p*, panse; *b*, bonnet; *f*, feuillet; *c*, caillette; *in*, intestin. — E, Oiseau; *j*, jabot; *vs*, ventricule succenturié; *gé*, gésier; *d*, duodénum; *pa*, pancréas; *f*, foie; *cœ*, cæcums; *r*, rectum; *cl*, cloaque. — F. Lézard. — G. Grenouille — H. Perche.

caillette est ainsi appelée parce que, chez les jeunes veaux, c'est là que se coagule le lait.) Le chyme parvient ensuite à l'intestin, *in*.

La longueur de l'intestin du Lion (carnassier) égale 3 fois la longueur du corps; celle du Mouton (herbivore), est de 28 fois cette longueur, car les matières végétales sont d'une digestion plus lente que les matières animales; les animaux omnivores ont un intestin de longueur intermédiaire (environ 6 ou 7 fois la longueur du corps).

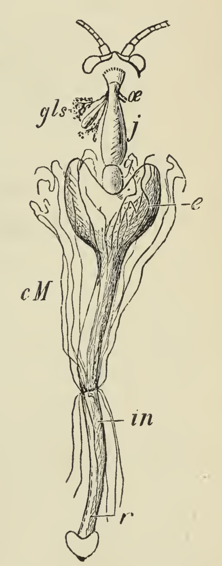


Fig. 31. — Appareil digestif de la Sautérelle verte. *œ*, œsophage; *j*, jabot; *g*, gésier; *e*, ventricule chylifique; *in*, intestin; *r*, rectum; *cM*, canaux de Malpighi.

OISEAUX (fig. 30, E). — Les Oiseaux, dépourvus de dents, présentent une disposition spéciale pour la trituration des aliments. Leur estomac comprend : un *jabot, j* (*magasin* pour les graines en particulier); un *ventricule succenturié, v.s* (*estomac chimique* dont la paroi renferme les glandes gastriques) ; un *gésier, gé* (*estomac mécanique,* à paroi musculeuse forte).

L'Oiseau avale de petites pierres qui, mêlées à l'aliment, facilitent sa trituration par les contractions du gésier.

L'intestin court présente 2 cæcums, *cœ;* le rectum, *r*, aboutit à un *cloaque, cl,* où débouchent aussi les conduits de l'urine.

REPTILES (F). **AMPHIBIENS** (G). **POISSONS** (H). — Chez tous, le tube digestif est assez court et l'estomac n'a plus la même importance.

Ils possèdent un cloaque, sauf les Poissons osseux (Tanche, Perche, etc.), qui ont un anus distinct.

ARTHROPODES. — **INSECTES.** Leur tube digestif varie suivant leur régime alimentaire. Il comprend d'ordinaire : un œsophage, *œ* (fig. 31) ; puis un *jabot, j* (magasin de nourriture); un *gésier*, *g* (plus développé chez les Insectes broyeurs) ; un *ventricule chylifique, e,* véritable estomac chimique; un intestin court, *in*, terminé par un rectum, *r*.

Dans l'intestin débouchent les *tubes de Malpighi*, *c.M*, véritables canaux urinaires.

CRUSTACÉS. — L'appareil digestif de l'Écrevisse est assez simple. A la bouche ventrale et antérieure fait suite un œsophage court s'ouvrant dans un vaste estomac, *s* (fig. 32); cet estomac

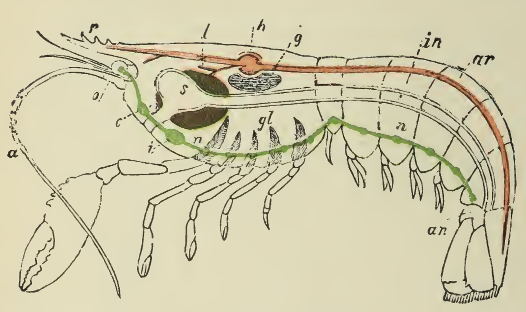


FIG. 32. —Coupe longitudinale de l'Écrevisse *s*, estomac, *n*, intestin; *an*, anus; *c*, *i*, *n*, système nerveux; *h*, *ar*, appareil circulatoire; *o*, œil; *a*, antenne; *r*, rostre

comprend 2 poches avec une *armature stomacale* chitineuse, qui triture les aliments avant leur admission dans la poche pylorique postérieure; dans cette poche s'écoule la sécrétion du foie volumineux qui l'entoure.

Un intestin droit, *in*, se rend de la poche pylorique à l'anus, *an*, porté par le dernier anneau du corps.

VERS. — La plupart possèdent un tube digestif; le Ténia, *ver parasite*, n'en possède pas.

Chez la Sangsue (fig. 33), le tube digestif comprend : la bouche, *b*, s'ouvrant au milieu de la ventouse antérieure, *v a*, avec 3 mâchoires en forme de petites scies circulaires; puis un œsophage, *œ*, suivi de 11 estomacs, es_1 à es_{11}; du 11e estomac part un court rectum, *r*, aboutissant à l'anus situé sur la partie dorsale de la ventouse postérieure, *v.p*.

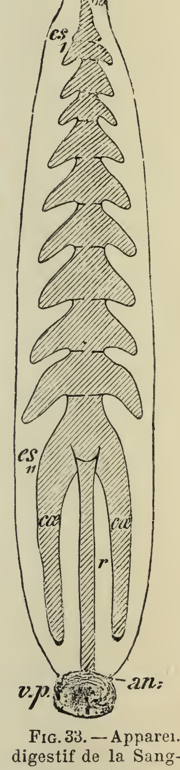


FIG. 33. — Appareil digestif de la Sangsue; *va*, ventouse antérieure avec la bouche, *b*; *œ*, œsophage; es_1.....es_{11}, estomacs successifs; *cœ*, cæcums; *r*, rectum; *an*, anus; *vp*, ventouse postérieure

MOLLUSQUES. — Leur tube digestif (fig. 34) comprend : la bouche, *B*, armée ou non de pièces dures ; un œsophage court ; un estomac, *Es* ; un intestin recourbé, *I*, terminé par l'anus, *an*.

Chez l'Escargot, le foie forme la masse brune appelée *tortillon*, *F*, qui remplit les tours étroits de la coquille.

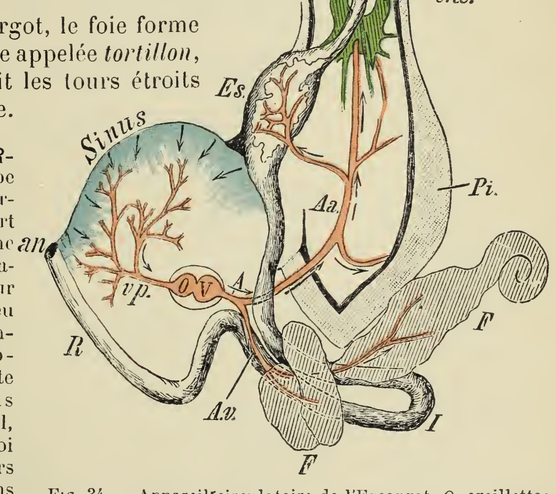


Fig. 34. — Appareil circulatoire de l'Escargot. *O*, oreillette; *V*, ventricule du cœur. *A*, aorte et ses branches *A.a* et *A.v.* Le sang tombe dans des lacunes et se rassemble dans un sinus circonscrivant l'appareil respiratoire; *vp*, veine pulmonaire amenant à l'oreillette, *O*, le sang hématosé. — *B*, bouche; *Es*, estomac; *I*, intestin; *R*, rectum; *an*, anus; *F*, foie; *Pi*, pied. (Le sang oxygéné est en rouge; le sang chargé de gaz carbonique est en bleu.)

ÉCHINODERMES. — Le tube digestif des Oursins (fig. 35), part de la lanterne d'Aristote, appareil masticateur situé au milieu de la face ventrale ; l'œsophage, *œ*, se porte d'abord dans l'axe de l'animal, gagne la paroi où il fait 2 tours complets en sens inverse, in_1, in_2, puis revient dans l'axe du corps et aboutit à l'anus, *an*.

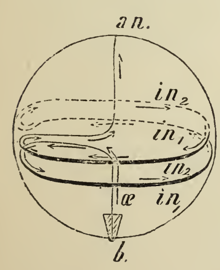


Fig. 35. — Figure schématique du tube digestif de l'Oursin. *b*, bouche; *œ*, œsophage; in_1, in_2, deux tours successifs et complets de l'intestin; *an*, anus.

POLYPES. — Le tube digestif de l'Hydre (fig. 6, *B*) est une cavité terminée en cul-de-sac, dont l'orifice sert à la fois de bouche et d'anus.

Chez les polypes associés en colonies (Corail), les cavités digestives, en rapport avec un système de canaux communs à tous les membres de la colonie, forment un *appareil gastro-vasculaire*.

PROTOZOAIRES. — Constitués par une cellule unique, *ces animaux ne peuvent avoir un appareil digestif.*

II. RESPIRATION

La respiration est la fonction par laquelle tout être vivant absorbe de l'oxygène (O) *dans le milieu extérieur* (*air ou eau*), *et y rejette du gaz carbonique* (CO^2) *et de la vapeur d'eau, déchets de son organisme.*



Fig. 36. — Schéma de la respiration d'un être vivant, *A*. — O, oxygène absorbé; CO^2, gaz carbonique dégagé.

§ 1. DE LA RESPIRATION EN GÉNÉRAL

Mode général de respiration. — *Tout être vivant respire*, c'est-à-dire que par *osmose* (page 30) *s'accomplissent* **à travers la paroi de son corps**, *les échanges d'oxygène, de gaz carbonique et de vapeur d'eau* (fig. 36).

Ce mode de respiration est général et s'appelle **respiration cutanée**

La respiration cutanée s'effectue seule chez les Protozoaires et les Polypes; elle est plus ou moins importante chez les autres animaux.

On démontre que *la Grenouille respire par la peau* de la manière suivante : Une Grenouille est suspendue dans une éprouvette à pied fermée à l'aide d'un bouchon, de telle sorte que sa tête seule, en dehors du bouchon, plonge dans l'air extérieur ; dans l'éprouvette on a versé un peu de chloroforme dont la *vapeur*, répandue autour de l'animal, est absorbée par sa peau ; la Grenouille subit l'anesthésie.

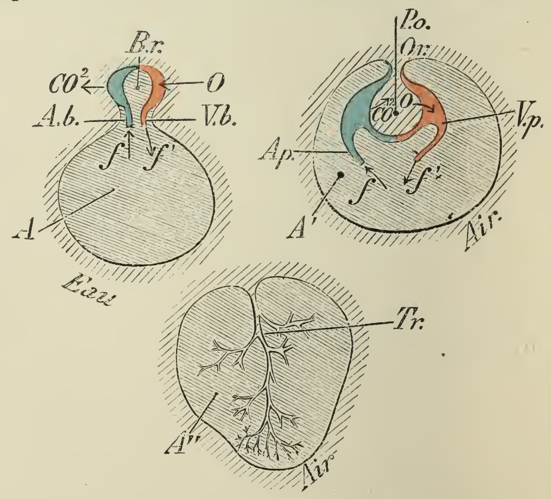


Fig. 37. — Figure schématique. A, corps d'un animal aquatique; *Br*, branchie; *A.b*, artère branchiale; *V.b*, veine branchiale. — A', corps d'un animal aérien; *Po*, poumon; *Ap*, artère pulmonaire; *V.p*, veine pulmonaire. — A'', animal aérien pourvu de trachées, *Tr* Les flèches *f* et *f'* représentent le cours du sang.

TABLEAU IV. RESPIRATION.

Définition générale : Échanges gazeux (O,CO^2) entre l'être vivant et le milieu extérieur.

Modes de respiration.	*général* (tous les animaux)..		*Respiration cutanée* (Peau).
	spéciaux	Animaux aquatiques....	*Resp. branchiale* (Branchies).
		Animaux aériens — Mammifères.	*Resp. pulmonaire* (Poumons).
		Animaux aériens — Insectes.....	*Resp. trachéenne* (Trachées).

Appareil respiratoire de l'Homme.

Parties constitutives.
- **Arbre pulmonaire** [trachée-artère, bronches, bronchioles, alvéoles].
- **2 poumons**
  - renfermant les ramifications de l'arbre pulmonaire
  - et
  - les vaisseaux sanguins. — *Artère pulmonaire.* ↓ *Vaisseaux capillaires.* ↓ *Veines pulmonaires.*

Les poumons sont enveloppés par les *plèvres.*

Physiologie de l'appareil respiratoire.

Phénomènes mécaniques.
- Modifications de volume de la *cage thoracique* assurant le renouvellement de l'air dans les poumons par *inspiration* et *expiration.*
- [Inspiration *active;* expiration *passive*].
- Quantité d'air inspirée en 24 heures = 10,000 litres.

Phénomènes chimiques.
- Absorption de 530 litres d'oxygène; rejet de 400 litres de CO^2.
- *La combustion respiratoire a lieu dans tous les tissus.*
- **Asphyxie** [manque d'O; excès de CO^2; gaz délétères : CO].

Modes spéciaux de respiration. — La respiration cutanée est insuffisante pour les animaux pluricellulaires très actifs.

Ceux-ci sont pourvus : de **branchies** *s'ils habitent l'*eau; de **poumons** ou de **trachées** *s'ils vivent dans l'*air.

Respiration branchiale (Poissons). — Une *branchie, Br* (fig. 37) est une saillie du corps baignée par l'eau; le sang rouge foncé s'y débarrasse de son gaz carbonique (CO^2), y prend de l'oxygène (O) et devient du sang rouge vermeil. L'oxygène était dissous dans l'eau; le gaz carbonique rejeté s'y dissout également.

Respiration pulmonaire (Homme). — Un *poumon, Po* (fig. 37) est une cavité du corps où s'accomplissent les échanges gazeux

entre l'air extérieur et le sang. Le sang rouge foncé dégage, dans l'air qui remplit la cavité pulmonaire, le gaz carbonique dont il est chargé ; il y puise l'oxygène qui l'amène à l'état de sang rouge vermeil.

Respiration trachéenne (Insectes). — Une *trachée, Tr* (fig. 37) est un tube ramifié à l'infini entre les organes du corps auxquels il porte l'oxygène qui leur est nécessaire.

La membrane à travers laquelle s'opèrent les échanges gazeux est un *épithélium* délicat et *toujours humide*, sous lequel sont ramifiés les vaisseaux capillaires sanguins.

Cette transformation du sang chargé de CO^2 en sang riche en oxygène s'appelle *hématose*.

§ 2. APPAREIL RESPIRATOIRE DE L'HOMME

Sa description. — L'appareil respiratoire de l'Homme se compose des *voies respiratoires* et des *poumons*.

Les voies respiratoires sont : la cavité du nez, *N* (fig. 14) ; la bouche, *B ;* le pharynx, *Ph ;* le larynx, *La* (fig. 38) ; la *trachée-artère*, *T.A*, et ses ramifications (*bronches* et *bronchioles*) aboutissant aux *alvéoles pulmonaires*, que renferment les poumons.

La cavité du nez sera étudiée comme organe de l'odorat, le larynx comme organe de la voix ; nous connaissons déjà la bouche et le pharynx.

Arbre pulmonaire [Trachée-artère et ses ramifications]. — La *trachée-artère, T.A* (fig. 38), peut être comparée à un tronc d'arbre creux se divisant d'abord en deux *bronches*, *Br*, dont chacune se subdivise elle-même, dans un poumon, en rameaux nombreux et de plus en plus fins, appelés *bronchioles*.

Le tronc et ses branches sont creux ; les tubes que représentent les bronchioles les plus fines se terminent dans des cavités closes dites *alvéoles pulmonaires* (*A*, *ap*, et *B*, *al.p*). Ces cavités sont intérieurement partagées en *vésicules pulmonaires*, *vlp*, *B*, par des cloisons incomplètes.

L'Homme possède près de 2 milliards de ces vésicules.

La trachée-artère, longue de $0^m,12$, est située en avant de l'œsophage, *Œs* (fig. 39), et pénètre dans la cage thoracique où elle se bifurque ; les bronches se dirigent, l'une à droite, l'autre

à gauche, vers les poumons où elles se ramifient dès leur entrée.

Trachée, bronches et bronchioles sont pourvues, dans leur épaisseur, de cerceaux cartilagineux qui en maintiennent la lumière toujours ouverte; dans la trachée-artère (fig. 39), ils sont interrompus en arrière pour permettre à l'œsophage de se dilater librement lors du passage des aliments.

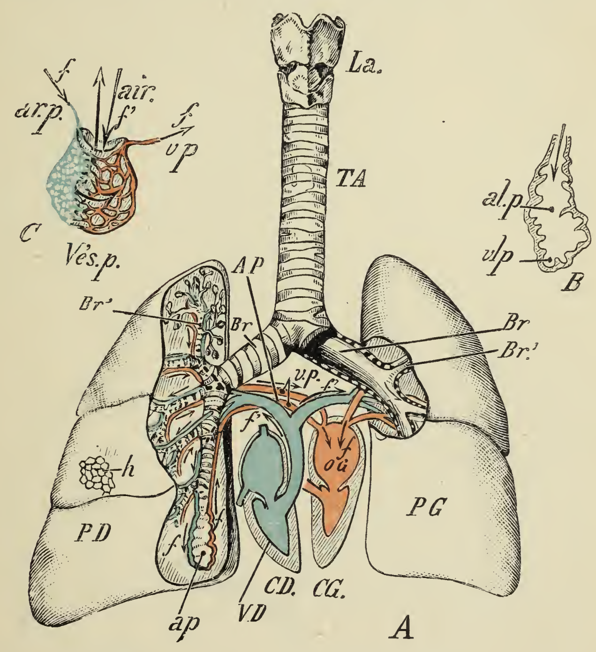


Fig. 38. — Figure schématique des poumons et du cœur de l'Homme. *La*, larynx; *TA*, trachée-artère; *Br*, bronches; *Br*', bronchioles; *ap*, *vlp* (*B*) alvéoles pulmonaires. *PD*, *PG*, poumons droit et gauche. *CD*, *CG*, cœurs droit et gauche; *OG*, oreillette gauche; *AP*, artère pulmonaire; *vp*, veine pulmonaire. — *C*, mode d'irrigation sanguine d'une vésicule pulmonaire. (Les flèches indiquent le cours du sang dans les vaisseaux; le sang rouge foncé est coloré en bleu, le sang rouge vermeil en rouge.)

La surface interne de l'arbre pulmonaire est tapissée d'un *épithélium vibratile* dont les cellules sont hérissées de *cils vibratiles;* les alvéoles seuls ont un épithélium formé de cellules aplaties.

L'air inspiré contient en suspension des poussières, arrêtées au passage par un *mucus* épais qui imprègne les parois de la trachée et des bronches; les mouvements qu'effectuent les cils vibratiles chassent vers le pharynx ces particules nuisibles qui ne peuvent envahir les poumons.

Poumons. — L'Homme possède deux poumons (fig. 38) : l'un *droit*, *P.D*, l'autre *gauche*, *P.G*, qui entourent le cœur. Ils sont compris dans la cage thoracique, et appuyés par leur base sur le muscle diaphragme, *M.Di* (fig. 40).

Le poumon droit présente 3 *lobes;* le poumon gauche n'en a que 2; il est plus petit à cause de l'inclinaison du cœur de ce côté.

Fig. 39. — Section transversale de la trachée-artère, *TA*, et de l'œsophage, *Œs*; *Ca*, cartilage coupé

Par leur face interne (*hile*), les poumons reçoivent chacun une bronche, des vaisseaux sanguins et des nerfs.

Une branche de *l'artère pulmonaire*, *A.P*, provenant du ventricule droit du cœur, *V.D*, se divise en rameaux nombreux qui suivent les bronchioles et constituent un réseau capillaire, étendu en forme de nappe sanguine à la surface de chaque alvéole, comme un filet enveloppe un ballon (fig. 38, C). Le sang rouge foncé, amené du cœur au poumon par l'artère pulmonaire et ses artérioles, devient rouge vermeil au niveau des alvéoles et retourne à l'oreillette gauche du cœur, *OG*, par 2 *veines pulmonaires*, *v.p*, pour chaque poumon.

La surface de la nappe sanguine dans les poumons est de 150 mètres carrés; le volume du sang qu'elle contient est de 2 litres.

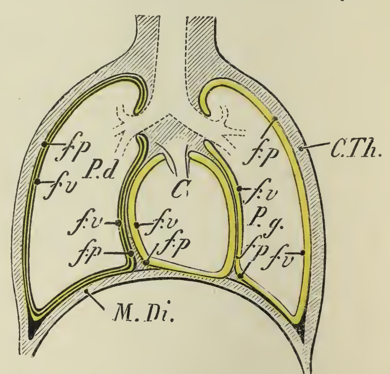


Fig. 40. — Figure schématique représentant les poumons, *Pd* et *Pg*, enveloppés par les plèvres, et le cœur C contenu dans le péricarde. — *C.Th*, cage thoracique; *M.Di*, muscle diaphragme; *f.p*, feuillet pariétal et *f.v*, feuillet viscéral de chacune des 3 séreuses

Plèvres. — Les poumons sont enveloppés chacun dans une membrane séreuse appelée *plèvre* (fig. 40), dont le feuillet pariétal, *f.p*, est appliqué contre la paroi de la cage thoracique, *C. Th*, et le diaphragme, *M.Di*, tandis que le feuillet viscéral, *f.v*, est appliqué sur le poumon.

PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE. — Le sang vient se débarrasser de son gaz carbonique dans les poumons et y puiser une partie de l'oxygène de l'air des alvéoles.

Cet air doit être renouvelé, sinon il deviendrait impropre à

l'*hématose* du sang. Le renouvellement de l'air dans l'arbre pulmonaire est déterminé par la dilatation et la contraction alternatives de la cage thoracique : à l'agrandissement de la cage correspond une *inspiration* (entrée de l'air pur dans les poumons); à la contraction de la cage correspond une *expiration* (rejet de l'air vicié à l'extérieur des poumons).

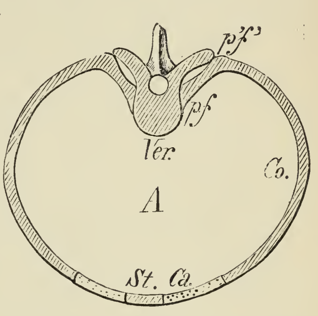


FIG. 41. — Coupe transversale de la cage thoracique; *Ver*, vertèbre; *Co*, côte; *St*, sternum; *Ca*, cartilage.

Cage thoracique. — La cavité thoracique est limitée par une *paroi musculaire* complexe que soutient un *squelette* composé : en arrière, de la région dorsale de la *colonne vertébrale,* avec 12 vertèbres, *Ver* (fig. 41); sur les côtés, de 12 paires de *côtes, Co;* en avant, du *sternum, St*, auquel se rattachent les côtes.

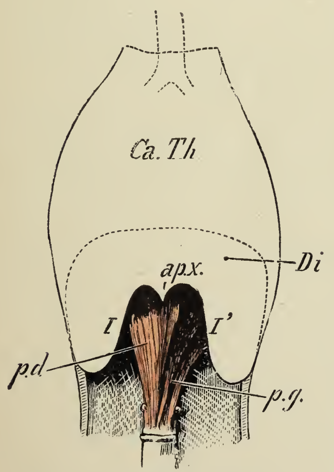


FIG. 42. — Cavité thoracique, *Ca.Th*, limitée en bas par le muscle diaphragme, *Di*, qui forme une voûte au-dessus de la cavité abdominale.

Chaque côte est un arc osseux capable d'effectuer, autour de son point d'appui sur la colonne vertébrale, des mouvements qui le portent à la fois en haut, en avant et en dehors.

La paroi musculaire de la cage thoracique comprend de nombreux muscles, dont les plus importants pour la respiration ordinaire sont : le *diaphragme* et les *muscles intercostaux*. Le diaphragme forme une voûte (fig. 42) à concavité dirigée en bas, qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale ; les fibres musculaires y rayonnent du pourtour vers le centre.

Les *muscles intercostaux* relient entre elles les côtes et ferment la cage thoracique sur les côtés.

Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration. — Le diaphragme joue, dans la respiration, un rôle essentiel.

Lors de l'INSPIRATION, il se contracte et sa partie médiane s'abaisse de *M* en *M'* (fig. 43); en même temps, les côtes se relèvent latéralement de *C* en *C'*, et le sternum se porte en avant de *St* en *St'*. Ainsi la cage thoracique s'agrandit : de haut en bas suivant *d*, d'arrière en avant suivant *d'*, transversalement suivant *d''*.

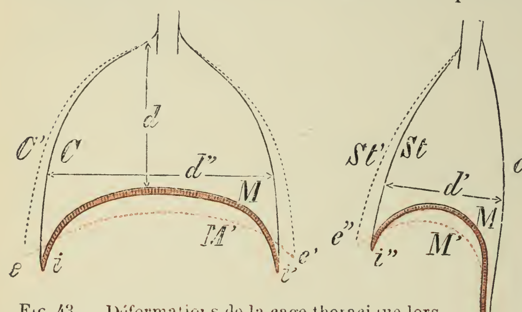


Fig. 43 — Déformations de la cage thoracique lors d'une inspiration. *M*, diaphragme abaissé en *M'*; *C*, paroi latérale portée en *C'*; *St*, sternum porté en avant en *St'* Agrandissement des 3 diamètres de la cage, *d*,*d'*,*d''*

Les poumons, appliqués contre la paroi du thorax par l'intermédiaire des plèvres, *suivent passivement la dilatation de la cage, et l'air du dehors s'y précipite.*

Lors de l'EXPIRATION, le muscle diaphragme revenant au repos reprend sa forme concave primitive; les côtes et le sternum s'abaissent. Les *poumons* pressés par la paroi thoracique *diminuent de volume, compriment et chassent au dehors une partie de l'air qu'ils renfermaient.*

Le nombre des inspirations *par minute* est de 15 environ; en 24 heures, il est de : 15 × 60 × 24 = 21600 inspirations.

Sachant que chaque inspiration fait pénétrer un demi-litre d'air pur dans nos poumons, nous utilisons donc en un jour 10 800 litres d'air, soit 10 *mètres cubes* environ.

Phénomènes chimiques accomplis au niveau de la vésicule pulmonaire. — L'air expiré contient moins d'oxygène que l'air inspiré, mais plus de gaz carbonique et de vapeur d'eau.

	100 volumes d'air inspiré contiennent :	100 volumes d'air expiré contiennent :
Azote..............................	79 vol.,2	79 vol.,2
Oxygène............................	20 8	15 5
Gaz carbonique....................	0 0003	4
Total..........	100	98 7

Le gaz carbonique est mis en évidence par le trouble que l'on suscite en soufflant au moyen d'un tube de verre dans un vase renfermant de l'eau de chaux ou de baryte. Ce gaz se combine *avec la chaux ou la baryte et forme un carbonate insoluble* (fig. 44)

La détermination de l'oxygène se fait à l'aide de recherches plus précises.

On reconnaît la présence de la vapeur d'eau dans l'air expiré en l'exhalant sur une vitre froide; une buée s'y forme immédiatement (brouillard formé en hiver par l'air exhalé du nez et de la bouche).

L'azote est un gaz inerte dans l'acte respiratoire.

$$CO^2 + CaO^2H^2 = CO^3Ca + H^2O.$$

Fig 44 — L'air expiré renferme du gaz carbonique

Les 10 000 litres d'air qui traversent les poumons en 24 heures y ont abandonné $(20{,}8 - 15{,}5) \times \frac{10\,000}{100} = 530$ *litres d'oxygène* et en ont retiré $\frac{4 \times 10\,000}{100} = 400$ *litres de gaz carbonique*, avec de la vapeur d'eau.

Le gaz carbonique contenant son propre volume d'oxygène, 530 — 400 = 130 litres d'oxygène sont donc absorbés dans les poumons par le sang, et utilisés de manières diverses ou mis en réserve par les cellules vivantes.

C'est au niveau des vésicules pulmonaires que s'accomplissent les échanges gazeux entre l'air et le sang (fig. 45); le sang rouge foncé de l'artériole pulmonaire, *Ap*, abandonne à l'air une partie du gaz carbonique qu'il renferme ; il y puise de l'oxygène, devient rouge vermeil et est emporté par la veinule pulmonaire, *Vp*.

Étendue de la surface respiratoire. — La surface de l'ensemble des cavités pulmonaires (200 mètres carrés) chez l'Homme, n'est cependant qu'une faible partie de la totalité des surfaces qui servent aux échanges gazeux avec le milieu extérieur.

En effet, toutes les cellules vivantes de notre corps respirent ; celles qui sont profondément placées puisent l'oxygène dans le sang qui renferme ce gaz à l'état d'*oxyhémoglobine :* combinaison

d'oxygène avec l'*hémoglobine* (matière colorante rouge des globules du sang); les cellules de la surface du corps prennent l'oxygène directement dans l'air.

Toute surface humide et perméable aux gaz peut servir à la respiration ; on fend la peau du ventre d'un Lapin ou d'une Grenouille anesthésiés par du chloroforme; les replis du péritoine sont sillonnés de vaisseaux sanguins remplis d'un sang noirâtre; ils prennent à l'air une teinte vermeille.

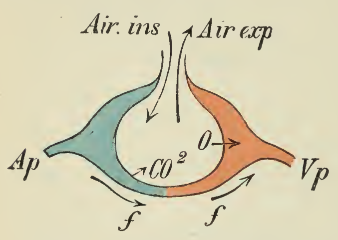


Fig. 45. — Schéma représentant les échanges gazeux qui s'accomplissent entre le sang et l'air au niveau de la vésicule pulmonaire. *Ap*, artériole pulmonaire apportant le sang rouge foncé (dégagement de gaz carbonique dans la vésicule); *Vp*, veine pulmonaire emportant le sang rouge vermeil (absorption d'oxygène dans l'air de la vésicule).

De l'asphyxie. — Tout animal meurt *asphyxié* lorsque le milieu où il respire a une composition défectueuse.

L'asphyxie se produit : 1° par *manque d'oxygène;* 2° par excès de *gaz carbonique;* 3° par la *présence d'un gaz délétère* (*intoxication* par l'oxyde de carbone, le chlore, l'acide sulfhydrique).

1° L'*asphyxie par manque d'oxygène* se produit chez les personnes qui montent en ballon, qui gravissent les hautes montagnes où l'air est raréfié, chez les ouvriers qui travaillent à de grandes profondeurs, dans les mines aux galeries *mal ventilées.*

Cette asphyxie se traduit par le *mal des montagnes* (bourdonnements d'oreilles, nausées, vertige), puis par la *syncope* et la mort. Il faut respirer de l'oxygène pur dès les premiers malaises.

2° L'*asphyxie par excès de gaz carbonique* se produit chez les personnes qui séjournent, un grand nombre à la fois et pendant longtemps, dans une salle fermée de toutes parts, ou chez celles qui pénètrent dans une cave contenant un liquide en fermentation alcoolique.

3° L'*asphyxie par intoxication* a pour cause fréquente l'*oxyde de carbone* qui se dégage des foyers alimentés par un courant d'air insuffisant (poêles mobiles). L'oxyde de carbone, absorbé par le sang, forme avec l'hémoglobine une combinaison stable que l'oxygène ne peut détruire.

La *ventilation* est le moyen préservatif à employer dans ces deux derniers modes d'asphyxie[1].

§ 3. APPAREIL RESPIRATOIRE DANS LA SÉRIE ANIMALE

L'appareil respiratoire comprend :

1° Des *poumons* chez les Mammifères, les Oiseaux et les Reptiles (les Amphibiens en possèdent dans l'âge adulte seulement);

1. Voir *Cours élémentaire d'hygiène* par E. Aubert et A. Lapresté, page 49 2e année.

2° Des *trachées* chez les Arthropodes aériens (Insectes);
3° Des *branchies* chez tous les animaux qui vivent dans l'eau, sauf les animaux inférieurs (Polypes et Protozoaires) dont la respiration est exclusivement cutanée.

1° POUMONS

MAMMIFÈRES. — Même appareil respiratoire que chez l'Homme.

OISEAUX. — Les poumons, appliqués contre la cage thoracique en haut, présentent sur leur face postérieure des sillons profonds

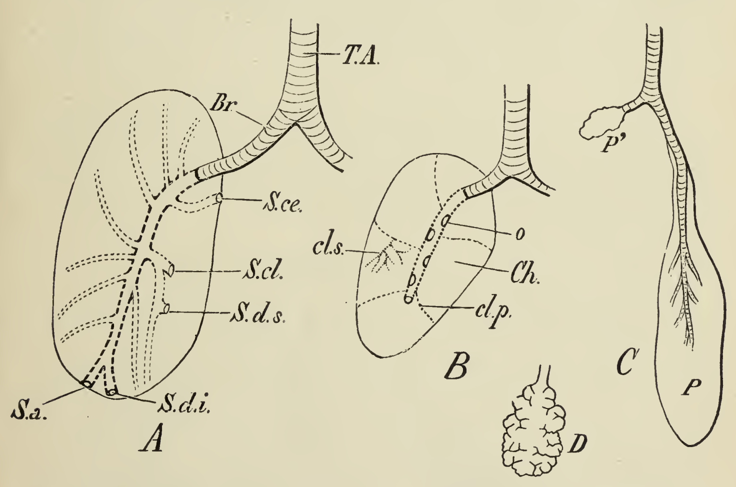


FIG 46 — Poumons de divers Vertébrés. — A, Oiseau; *T.A*, trachée-artère; *Br*, bronche traversant le poumon droit seul représenté; certaines ramifications de la bronche aboutissent à des sacs aériens. — B, Crocodile; *clp*, *cls*, cloisons; *o*, orifices de la bronche dans les chambres, *Ch* — C, Serpent; *P*, poumon seul développé. — D. Grenouille

dus aux côtes saillantes; ils sont incomplètement séparés des viscères abdominaux par un diaphragme rudimentaire.

La trachée-artère, de longueur variable avec celle du cou, se divise en deux bronches dont chacune traverse un poumon de part en part (fig. 46, *A*) et se bifurque près de son extrémité; les ramifications des bronches aboutissent : les unes à des alvéoles pulmonaires, les autres à des *sacs aériens*.

Les *sacs aériens* ne participent pas activement à la respiration ; certains d'entre eux communiquent avec les os dont la moelle a disparu.

L'expérience suivante le prouve : on coupe l'aile d'un Pigeon dont on présente le moignon à une faible distance de la flamme d'une bougie ; les oscillations qu'éprouve la flamme correspondent aux mouvements d'inspiration et d'expiration de l'animal.

REPTILES. — Les poumons des Tortues et des Crocodiles (fig. 46, *B*) sont partagés par des cloisons, *clp*, *cl.s*, en grandes chambres qui communiquent avec une bronche centrale.

Chez les Serpents, *C*, l'un des poumons est atrophié ; l'autre, *P*, est fort allongé et terminé par une simple poche à air.

AMPHIBIENS ADULTES. — Ils possèdent deux poumons rudimentaires (*D*) où l'air pénètre par déglutition, ces animaux n'ayant pas de cage thoracique.

POISSONS. — Les Poissons ont, en général, une ***vessie natatoire*** dont le rôle est de maintenir l'animal entre certaines limites dans l'eau, principalement dans la mer : la vessie se gonfle par la diminution de pression dans la couche liquide si le Poisson veut trop se rapprocher de la surface de l'eau ; l'inverse a lieu s'il veut trop s'enfoncer.

2° TRACHÉES

ARTHROPODES AÉRIENS. — Les Insectes présentent le type réel des *trachées*.

Une trachée est un tube ramifié plein d'air (fig. 47), formant autour des organes du corps un réseau complexe ; elle communique avec l'air extérieur par un orifice appelé *stigmate*.

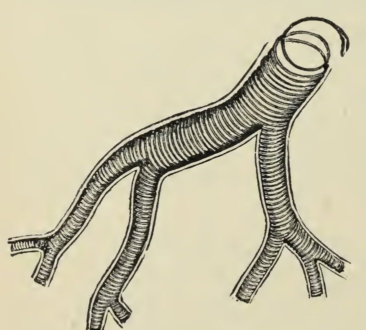


FIG. 47. — Fragment de trachée.

Les stigmates du Hanneton, par exemple, sont disposés par paires sur chaque anneau de l'abdomen.

Les trachées sont toujours ouvertes, grâce à un épaississement spiral situé dans leur épaisseur. Le renouvellement de l'air y est dû aux variations de pression qu'il subit, par la rentrée et la sortie alternatives des anneaux de l'abdomen les uns par rapport aux autres.

3° BRANCHIES

AMPHIBIENS. — La Grenouille naît d'un œuf sous la forme *têtard* et subit des changements de forme ou *métamorphoses,* avant d'acquérir son aspect définitif. Or le têtard possède, de chaque côté de la tête, des branchies qui disparaissent quand il passe à la forme Grenouille.

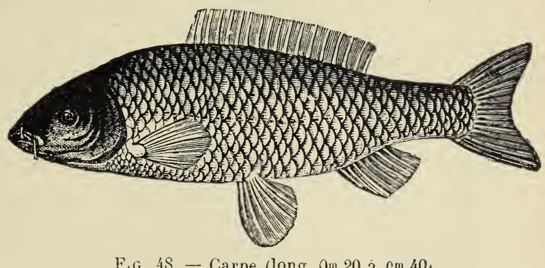


Fig. 48 — Carpe (long $0^m,20$ à $0^m,40$).

POISSONS. — Les branchies de la Carpe (fig. 48) sont des sortes de peignes logés dans les *ouïes,* chambres situées de chaque côté de la tête et protégées par des *opercules.*

Ces branchies sont portées par 4 paires d'arcs osseux (fig. 49, *a.br*), soudés aux os pharyngiens sur le plafond de la bouche, et fixés au prolongement de l'os hyoïde sous son plancher. L'ensemble forme une cage à fentes transversales, placée dans la région pharyngienne du Poisson, *Ph;* les *fentes branchiales,* situées dans les parois latérales du pharynx, font communiquer sa cavité avec les ouïes, *Ca.br*, et y permettent la circulation de l'eau que le Poisson prend avec ses aliments.

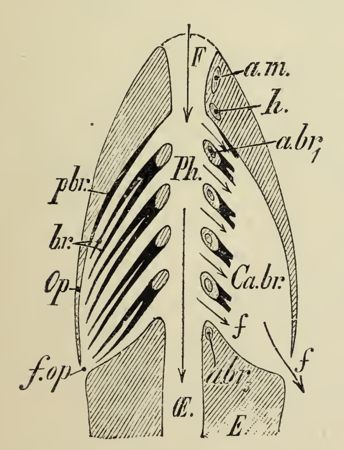


Fig. 49. — Coupe longitudinale théorique de l'appareil branchial chez les Poissons supérieurs. *Ph*, pharynx communiquant avec les ouïes, *Ca.br*, où sont logées les branchies, *br; Op*, opercule. *Œ*, œsophage. (La flèche F montre le trajet suivi par les aliments; les flèches *f*, le trajet suivi par l'eau.)

L'eau sort par les ouïes, tandis que les aliments pénètrent dans l'œsophage, *Œ*.

Sur chaque arc, *A.Br* (fig. 50), sont fixées 2 rangées de lamelles parcourues à leur base par 2 vaisseaux principaux : une *artère*

branchiale, a.br, qui *apporte* le sang rouge foncé à la branchie; une *veine branchiale, v.br*, qui en *emporte* le sang rouge vermeil. L'artère et la veine communiquent, en effet, par un réseau capillaire très fin contenu dans chaque lamelle; dans ce réseau a lieu l'hématose du sang, aux dépens de l'oxygène dissous dans l'eau qui baigne les branchies.

INVERTÉBRÉS AQUATIQUES. — Les **CRUSTACÉS** sont les seuls Arthropodes pourvus de branchies; celles ci occupent la base des membres thoraciques ou abdominaux.

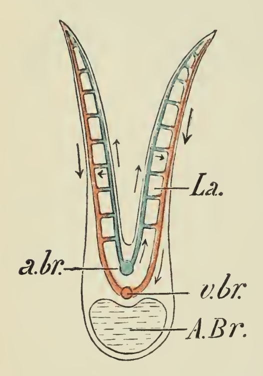


Fig. 50. — Coupe transversale d'un arc branchial, *A.Br*, supportant 2 rangées de lamelles, *La*; *a br*, artériole branchiale afférente; *v.br*, veinule branchiale efférente. Les flèches indiquent le trajet du sang dans les capillaires.

Chez le Homard et l'Écrevisse (fig. 51), ces organes occupent 2 chambres situées de chaque côté de la carapace dorsale, où l'eau se renouvelle sans cesse d'arrière en avant.

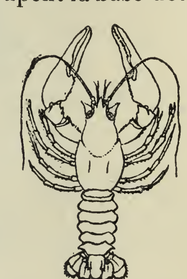


Fig. 51 — Écrevisse

La circulation de l'eau est facile à vérifier quand on tient verticalement dans l'eau une Écrevisse dont on fait plonger seuls l'abdomen et la partie inférieure du thorax; on voit alors 2 courants d'eau sortir des chambres branchiales, de chaque côté de la bouche.

Les *VERS* possèdent en général des branchies.

La Sangsue et le Ver de terre ont la respiration cutanée.

La plupart des *MOLLUSQUES* respirent par des branchies, *Br* (fig. 52), abritées dans une cavité limitée par le manteau, *M*.

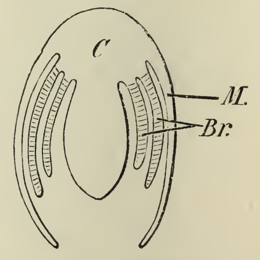


Fig. 52. — Coupe transversale d'un Mollusque Lamellibranche. *M*, manteau; *C*, corps; *Br*, branchies.

L'Escargot possède un sac pulmonaire rempli d'*air très humide*.

III. CIRCULATION

La circulation est la fonction par laquelle un liquide nutritif, appelé **sang**, *porte aux diverses cellules de l'organisme les matières destinées à les réparer et en emporte les déchets (gaz carbonique et autres produits).*

§ I. DE LA CIRCULATION EN GÉNÉRAL

En principe, tout *appareil circulatoire* comprend :

1° Un *appareil de dissémination* du sang, *A.D* (fig. 53), qui sert à la nutrition des organes (*artères → vaisseaux capillaires* ou *lacunes → veines*);

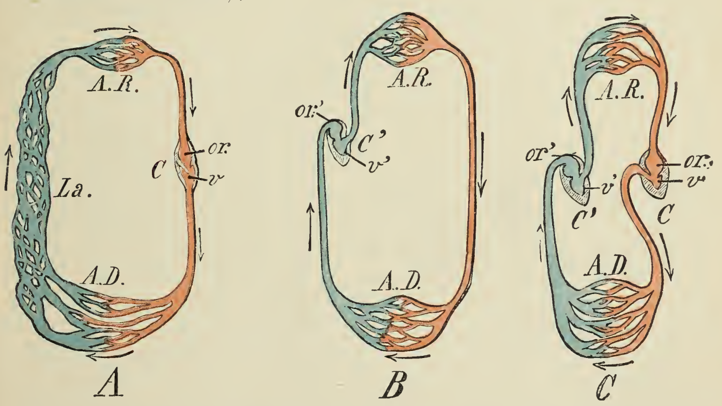


Fig. 53. — Schéma représentant la circulation : A, chez un Mollusque (appareil circulatoire lacunaire); B, chez un Poisson; C, chez un Mammifère (appareil vasculaire clos). — C : *C*, cœur gauche; *C'*, cœur droit; *or*, *or'*, oreillettes; *v*, *v'*, ventricules. *A.R*, appareil de revivification du sang (poumon); *A.D*, appareil de dissémination du sang dans le corps. (Le sang rouge foncé est représenté en bleu et le sang rouge vermeil en rouge.)

2° Un *appareil de revivification* du sang, *A.R* (appareil respiratoire);

3° Un *appareil de propulsion* du sang, *C*, *C'* (*cœur*).

Ce dernier appareil est placé : tantôt sur le trajet du sang rouge vermeil (Mollusques, *A*, fig. 53); tantôt sur le trajet du sang rouge foncé (Poissons, *B*); tantôt sur l'un et l'autre trajet (Mammifères, Oiseaux, *C*) et *le cœur est* alors *double*.

L'étude de la circulation comprend 2 parties : l'étude du *sang* et celle de l'*appareil circulatoire.*

§ 2. SANG

Le sang est un liquide qui nourrit tous les organes du corps. Il comprend, chez l'Homme et les Vertébrés : le *sang rouge* et le *sang blanc* ou *lymphe*.

A. *SANG ROUGE*. — C'est un liquide légèrement alcalin et salé dont la couleur varie du rouge clair (vermeil) au rouge foncé; l'Homme adulte en possède environ 5 litres.

Quand on examine au microscope une goutte de sang extraite du doigt par une légère piqûre, on y remarque un liquide incolore appelé *plasma*, dans lequel nagent des *globules* de deux couleurs : les uns *rouges*, les autres *blancs*.

Globules. — *Le sang est un véritable tissu dont les cellules* (globules) *sont mobiles.* Les globules sont mélangés dans la proportion de 1 globule blanc pour 350 à 500 rouges; ils sont très petits, car 1 millimètre cube de sang renferme environ 5 millions de globules rouges. *Les globules rouges* de l'Homme sont des disques circulaires amincis en leur milieu *a*, *b*, *c* (fig. 54); leur diamètre est de 7 à 8 millièmes de millimètre.

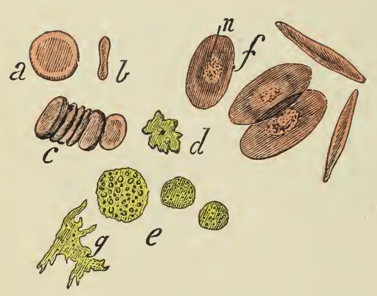


Fig. 54. — Globules du sang. Globules rouges de l'Homme ; *a*, globule isolé vu de face; *b*, le même vu de profil; *c*, globules empilés; *d*, globule altéré; *e*, diverses formes des globules blancs; *g*, leucocyte avec ses prolongements amiboïdes; *f*, globules elliptiques des Oiseaux.

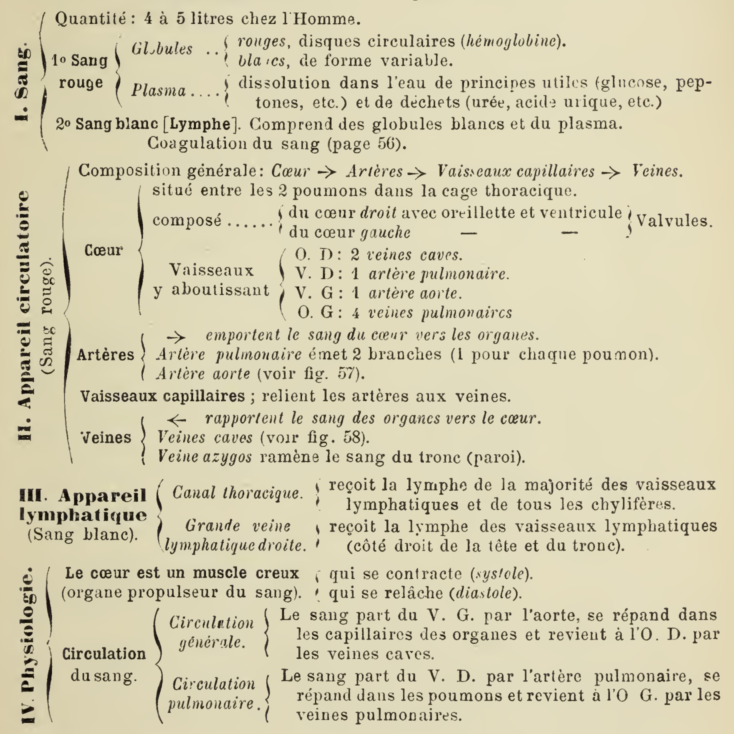
Les globules rouges des Mammifères (sauf les Chameaux) sont circulaires comme ceux de l'Homme; ceux de la plupart des autres Vertébrés sont elliptiques et renflés en leur milieu, *f*. Les globules du Protée (Amphibien) sont assez gros pour qu'on puisse les voir à l'œil nu.

Les globules rouges doivent leur couleur à un pigment rouge, l'**hémoglobine**, *qui, au contact de l'air, en absorbe l'oxygène* et distribue ce gaz à tout l'organisme.

Les *globules blancs* ou *leucocytes, e* (fig. 54), sont plus volumineux que les rouges; essentiellement déformables, ils poussent

TABLEAU V. CIRCULATION.

Définition générale : Le sang, *milieu intérieur du corps*, porte aux organes des matériaux utiles et leur enlève les produits de déchet.



- **I. Sang.**
  - Quantité : 4 à 5 litres chez l'Homme.
  - **1° Sang rouge**
    - *Globules* ..
      - *rouges*, disques circulaires (*hémoglobine*).
      - *blancs*, de forme variable.
    - *Plasma* .... dissolution dans l'eau de principes utiles (glucose, peptones, etc.) et de déchets (urée, acide urique, etc.)
  - **2° Sang blanc [Lymphe]**. Comprend des globules blancs et du plasma.
  - Coagulation du sang (page 56).
- **II. Appareil circulatoire** (Sang rouge).
  - Composition générale : *Cœur* → *Artères* → *Vaisseaux capillaires* → *Veines*.
  - **Cœur**
    - situé entre les 2 poumons dans la cage thoracique.
    - composé ......
      - du cœur *droit* avec oreillette et ventricule } Valvules.
      - du cœur *gauche* — — } Valvules.
    - Vaisseaux y aboutissant
      - O. D : 2 *veines caves*.
      - V. D : 1 *artère pulmonaire*.
      - V. G : 1 *artère aorte*.
      - O. G : 4 *veines pulmonaires*
  - **Artères**
    - → *emportent le sang du cœur vers les organes.*
    - *Artère pulmonaire* émet 2 branches (1 pour chaque poumon).
    - *Artère aorte* (voir fig. 57).
  - **Vaisseaux capillaires** ; relient les artères aux veines.
  - **Veines**
    - ← *rapportent le sang des organes vers le cœur.*
    - *Veines caves* (voir fig. 58).
    - *Veine azygos* ramène le sang du tronc (paroi).
- **III. Appareil lymphatique** (Sang blanc).
  - *Canal thoracique.* reçoit la lymphe de la majorité des vaisseaux lymphatiques et de tous les chylifères.
  - *Grande veine lymphatique droite.* reçoit la lymphe des vaisseaux lymphatiques (côté droit de la tête et du tronc).
- **IV. Physiologie.**
  - **Le cœur est un muscle creux** (organe propulseur du sang).
    - qui se contracte (*systole*).
    - qui se relâche (*diastole*).
  - **Circulation du sang.**
    - *Circulation générale.* Le sang part du V. G. par l'aorte, se répand dans les capillaires des organes et revient à l'O. D. par les veines caves.
    - *Circulation pulmonaire.* Le sang part du V. D. par l'artère pulmonaire, se répand dans les poumons et revient à l'O. G. par les veines pulmonaires.

des prolongements amiboïdes, *g*, traversent facilement la paroi des vaisseaux capillaires et peuvent capturer les vieux globules rouges, les microbes, dont ils se nourrissent. (Voir fig. 4 *bis*.)

Plasma. — Le plasma est un liquide incolore : dissolution où les cellules vivantes puisent des principes nutritifs (glucose, peptones, graisses, sels) et où elles rejettent leurs déchets (urée, cholestérine, CO^2, etc.).

Les globules portent l'oxygène aux cellules du corps ; le plasma est le véhicule du gaz carbonique que rejettent ces cellules.

Coagulation du sang. — Quand on saigne un animal de boucherie, on voit que le sang, aussitôt sorti du corps, se prend en une masse rouge (*caillot*) surmontée d'un liquide incolore (*sérum*); le sang s'est *coagulé*.

Le *fibrinogène*, matière albuminoïde dissoute dans le plasma tant que le sang est contenu dans les vaisseaux, donne, au contact de l'air, de la *fibrine* solide qui forme un filet à mailles serrées emprisonnant les globules.

	SANG FRAIS	SANG COAGULÉ	
Globule		Globules	Caillot.
Plasma	Fibrinogène dissous	Fibrine coagulée	Caillot.
Plasma	Sérum		Sérum

On empêche le sang de se coaguler quand on le bat activement avec un petit balai, au sortir du vaisseau coupé; les brindilles du balai retiennent la fibrine; le sang défibriné demeure liquide.

B. *SANG BLANC* (**Lymphe**). — La lymphe est un liquide jaune pâle, composé de plasma dans lequel nagent exclusivement des globules blancs. Elle résulte : 1° de la filtration d'une partie du plasma du sang rouge à travers la paroi des vaisseaux capillaires ; 2° des produits rejetés par les cellules vivantes *baignées véritablement par la lymphe;* 3° du chyle puisé dans l'intestin par les vaisseaux chylifères pendant la digestion.

§ 3. APPAREIL CIRCULATOIRE DE L'HOMME

Il comprend : l'*appareil proprement dit* servant à la circulation du sang rouge; l'*appareil lympatique* où est recueillie la lymphe.

APPAREIL CIRCULATOIRE PROPREMENT DIT

Le *cœur* envoie le sang à tous les organes du corps par les *artères;* les artères se résolvent en *vaisseaux capillaires* excessivement nombreux qui se réunissent en d'autres troncs principaux ou *veines;* les veines ramènent le sang au cœur.

Artère
Cœur ↗ ↘ Vaisseaux capillaires (organe du corps).
↖ ↙
Veine

Toute artère emporte le sang du cœur vers les organes; toute veine rapporte le sang des organes vers le cœur.

A. *CŒUR.* — **Sa description.** — Le cœur est un muscle creux conique, de la grosseur du poing chez l'Homme. Il est placé dans

la cage thoracique entre les 2 poumons et légèrement incliné à gauche (fig. 5); sa base est au niveau des hiles des poumons, sa pointe repose en bas et en avant sur le diaphragme ; en arrière l'œsophage et l'artère aorte le séparent de la colonne vertébrale. Il est enveloppé d'une séreuse appelée *péricarde* (fig. 40).

Le cœur comprend en réalité 2 cœurs distincts : le cœur droit, C.D (fig. 55), *et le cœur gauche, C.G;* chacun d'eux comprend une *oreillette* en haut et un *ventricule* en bas. L'oreillette est en rapport avec le ventricule correspondant par un *orifice auriculo-ventriculaire, o, o'*.

La paroi des oreillettes est mince et molle ; celle des ventricules est épaisse et rigide; la paroi du ventricule gauche est plus épaisse que celle du ventricule droit.

Vaisseaux aboutissant au cœur. — A l'oreillette gauche, *O.G,* aboutissent *4 veines pulmonaires*, *Vp*, dont 2 proviennent du poumon droit et les 2 autres du poumon gauche (fig. 39) ; elles en apportent le sang rouge vermeil.

Du ventricule gauche, *V.G*, part en haut et à droite l'*artère aorte, Ao*, qui, dès sa sortie du cœur, se recourbe en crosse et se porte en arrière de cet organe; elle distribue le sang rouge vermeil aux diverses parties du corps.

A l'oreillette droite, *O.D*,

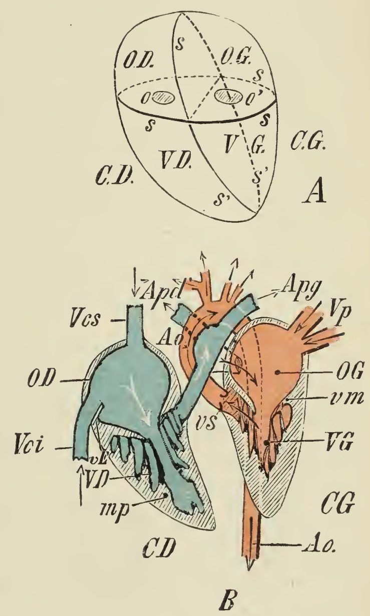


FIG. 55. — Figure schématique du cœur. — A; *s'*, *s'*, sillon longitudinal divisant le cœur en cœur droit *C.D* et cœur gauche *C.G;* *s*, *s*, sillon transversal partageant chaque cœur en une oreillette et un ventricule; *o*, *o'*, orifices faisant communiquer chaque oreillette avec le ventricule correspondant. — B; *OD*, oreillette droite; *VD*, ventricule droit; *OG*, oreillette gauche; *VG*, ventricule gauche; *vm*, valvule mitrale (la valvule tricuspide du cœur droit a été figurée sans mention); *vs*, valvules sigmoïdes au début de l'artère aorte, *Ao*, et de l'artère pulmonaire divisée en 2 branches, *Apd* et *Apg*. *Vci*, veine cave inférieure; *Vcs*, veine cave supérieure; *Vp*, veines pulmonaires; *mp*, muscles papillaires. — Les flèches indiquent le cours du sang rouge foncé (bleu) et du sang rouge vermeil (rouge).

aboutissent 2 *veines caves :* la *veine cave supérieure, Vcs* et la *veine cave inférieure, Vci,* qui reçoivent le sang rouge foncé revenant du corps.

Du ventricule droit, *V.D,* se détache en haut et à gauche l'*artère pulmonaire,* qui forme une fourche dont les 2 branches, *Apd. Apg,* portent le sang rouge foncé aux 2 poumons.

Valvules du cœur. — Chaque orifice auriculo-ventriculaire peut être fermé par une valvule en entonnoir, largement ouverte du côté de l'oreillette et dont le bec est engagé dans le ventricule; sur le bord de ces valvules sont insérés les tendons de petits *muscles papillaires, m.p,* qui, en se contractant, engagent le bec de l'entonnoir fort avant dans le ventricule.

Les orifices des artères aorte et pulmonaire sont pourvus chacun de trois *valvules sigmoïdes* (en forme de nid), dont la concavité est dirigée du côté de l'artère; ces valvules s'opposent au retour du sang dans le cœur, une fois ce liquide engagé dans les artères (fig. 56).

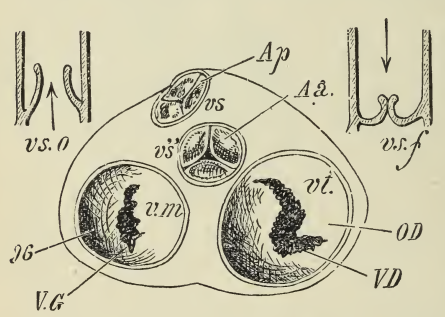


Fig. 56. — Coupe transversale du cœur un peu au dessus du sillon transversal *ss* (fig. 55); *vm,* valvule mitrale entre l'oreillette et le ventricule gauches ; *vt,* valvule tricuspide entre l'oreillette et le ventricule droits; *vs, v's',* valvules sigmoïdes à l'entrée des artères pulmonaire *Ap* et aorte *Aa. vs.o,* valvules sigmoïdes ouvertes; *vs.f,* les mêmes fermées.

Structure du cœur. — La paroi du cœur est musculaire. Une lame mince de tissu conjonctif, l'*endocarde,* en tapisse les cavités et se continue sur la paroi interne de tous les vaisseaux sanguins.

B. **ARTÈRES. Leur description.** — *Les artères emportent aux organes le sang venant du cœur.*

Elles proviennent de 2 *artères principales qui partent des ventricules :* l'**artère aorte** et l'**artère pulmonaire.**

L'**artère aorte** est le tronc d'un arbre (fig. 57) qui conduit le sang rouge vermeil du ventricule gauche à tous les organes.

Les rameaux principaux de cet arbre aortique sont indiqués (fig. 57 et tableau explicatif en regard).

Ce sont : le *tronc brachio-céphalique* se divisant en *artère carotide droite* (moitié droite de la tête) et *artère sous-clavière droite* (membre supérieur droit) ; l'*artère carotide gauche* (moitié gauche de la tête) ; l'*ar-*

tère sous-clavière gauche (membre supérieur gauche) ; les *artères intercostales* (paroi du thorax) ; le *tronc cœliaque* divisé en *artère splénique* (rate), *artère stomacale* (estomac) et *artère hépatique* (foie) ; les *artères mésentériques* (intestin) ; les *artères rénales* (reins) ; les *artères iliaques* (membres inférieurs).

L'artère pulmonaire très courte, part du ventricule droit et donne 2 rameaux qui portent aux 2 poumons le sang rouge foncé destiné à y subir l'hématose.

Structure des artères. — La paroi des artères renferme du tissu élastique et du tissu musculaire. Grâce au tissu élastique, l'artère demeure toujours ouverte (ce qui y facilite la circulation du sang). Mais il y a danger à blesser une artère, car si on en pique une involontairement, dans un accident ou une opération chirurgicale, les bords de la fente s'écartent et le sang jaillit avec force.

Les artères sont préservées des blessures accidentelles par leur situation profonde dans l'organisme, sous d'épaisses couches musculaires, sauf les artères temporales (tempe) et radiales (poignet) dont les battements sont faciles à saisir (*pouls*).

C. *VAISSEAUX CAPILLAIRES.* — Ce sont des tubes très étroits formant un réseau d'une finesse extrême dans tous les points du corps : quelle que soit la région piquée avec une aiguille, le sang s'en échappe.

D. *VEINES.* — **Leur description.** — *Les veines ramènent le sang des organes vers le cœur ;* elles se confondent en 6 *veines principales* (**2 veines caves** *et* **4 veines pulmonaires**) qui *aboutissent aux oreillettes.*

La *veine cave supérieure, V.C.S* (fig. 58), qui aboutit à l'oreillette droite, reçoit le sang rouge foncé : de la tête par les *veines jugulaires,* et des membres supérieurs par les *veines sous-clavières.*

La *veine cave inférieure, V.C.I,* qui apporte aussi du sang rouge foncé à l'oreillette droite, résulte de l'union des *veines iliaques* (membres inférieurs) ; elle reçoit les *veines rénales* (reins) et les *veines sus-hépatiques* (foie).

Une *veine azygos, V.az,* réunit les veines caves supérieure et inférieure par l'intermédiaire des veines iliaques ; elle reçoit le sang rouge foncé provenant de la région lombaire et des parois de la cage thoracique.

Les 4 *veines pulmonaires* ramènent à l'oreillette gauche le sang rouge vermeil qui a subi l'hématose dans les poumons.

Veine porte. — On appelle ainsi tout vaisseau collecteur intercalé entre 2 séries de capillaires consécutifs ; la *veine porte hépatique, VP* (fig. 58 et 23), relie les vaisseaux capillaires de l'intestin et de la rate à ceux du foie (voir page 28).

2e, 3e années.

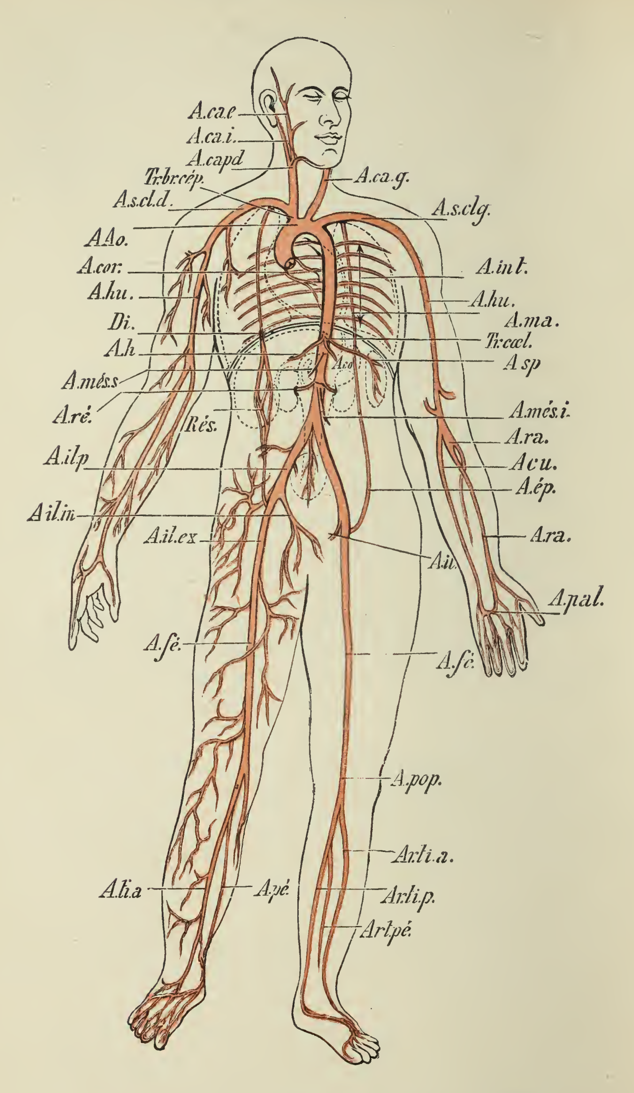
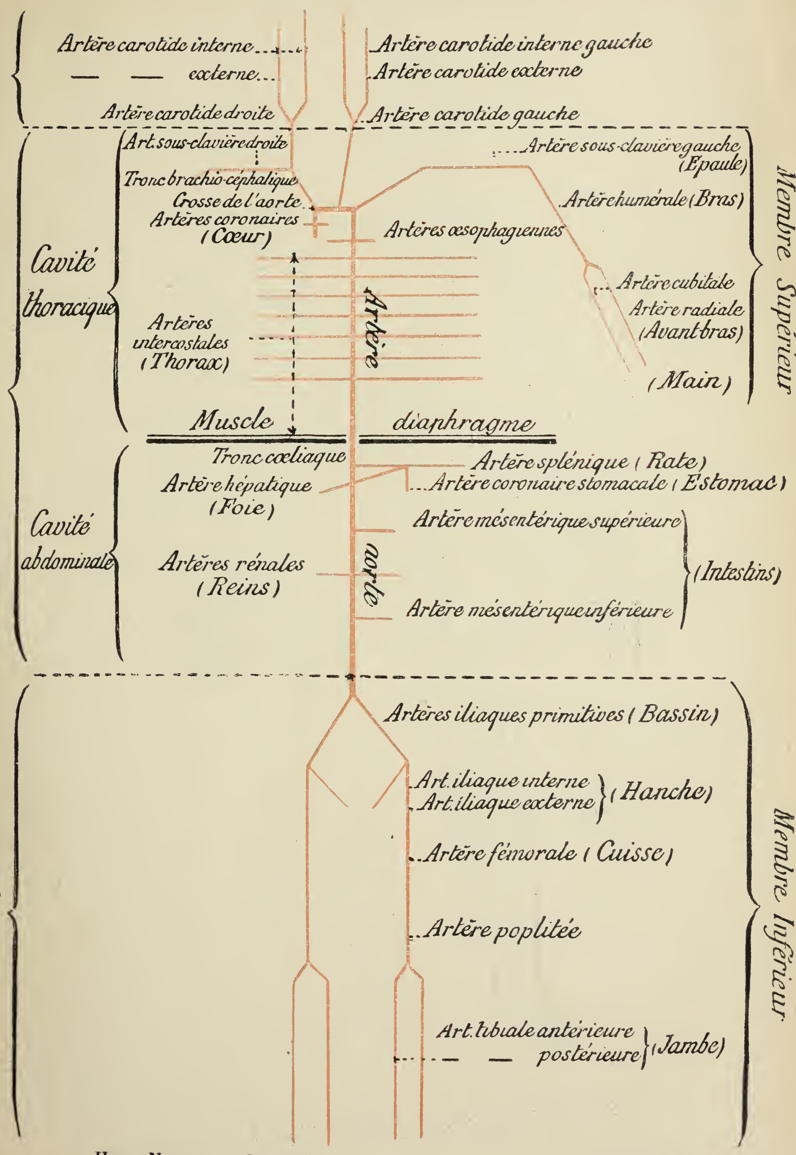


Fig. 57 — Aorte et ses ramifications principales.
[Consulter le tableau ci-joint.]


Tête
Artère carotide interne
— — externe
Artère carotide droite
Artère carotide interne gauche
Artère carotide externe
Artère carotide gauche
Art. sous-clavière droite
Tronc brachio-céphalique
Crosse de l'aorte
Artères coronaires (Cœur)
Artère sous-clavière gauche (Épaule)
Artère humérale (Bras)
Artères œsophagiennes
Artère cubitale
Artère radiale (Avant-bras)
(Main)
Membre Supérieur
Cavité thoracique
Artères intercostales (Thorax)
Artère
Muscle diaphragme
Tronc et Membres Supérieurs
Tronc cœliaque
Artère splénique (Rate)
Artère hépatique (Foie)
Artère coronaire stomacale (Estomac)
Cavité abdominale
Artère mésentérique supérieure
Artères rénales (Reins)
aorte
(Intestins)
Artère mésentérique inférieure
Artères iliaques primitives (Bassin)
Art. iliaque interne
Art. iliaque externe
(Hanche)
Artère fémorale (Cuisse)
Artère poplitée
Membres Inférieurs
Membre Inférieur
Art. tibiale antérieure
— — postérieure
(Jambe)

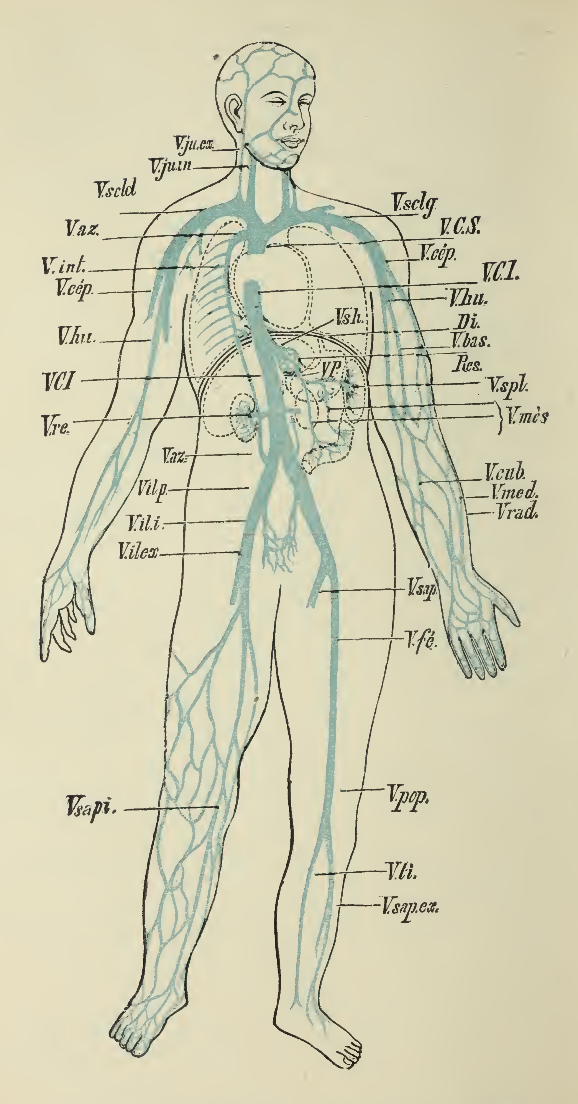
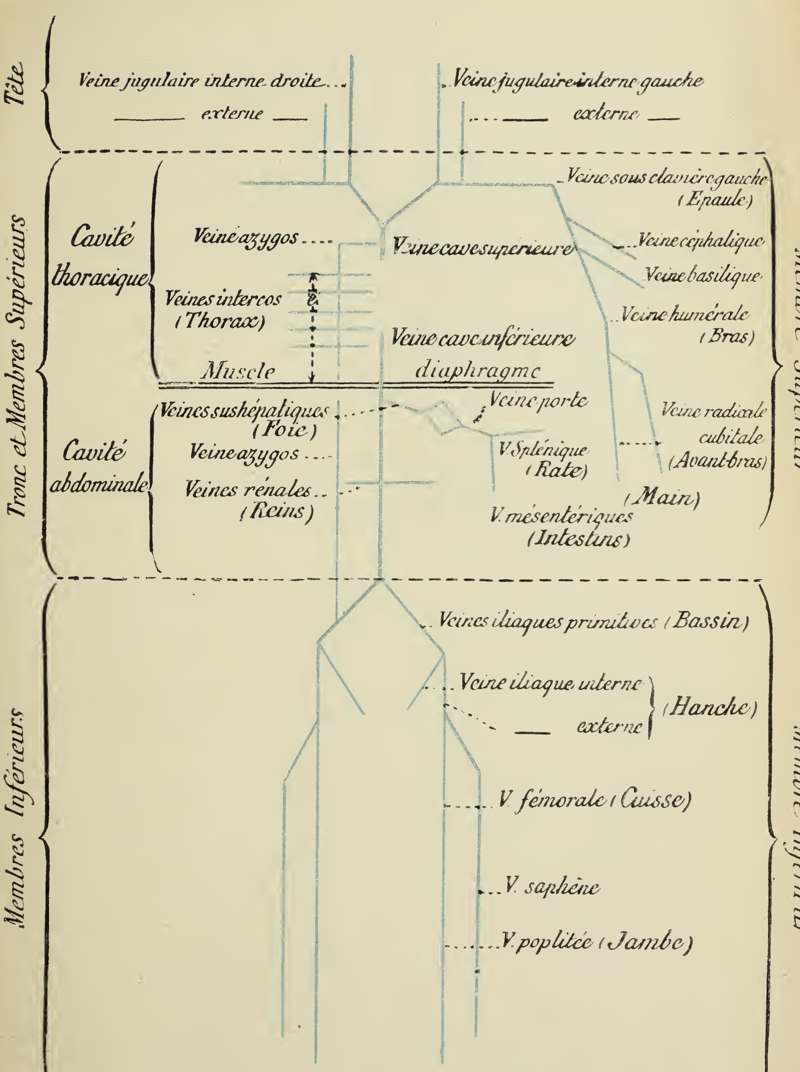


FIG. 58. — Principaux troncs veineux et leurs rameaux
[Consulter le tableau ci-joint]


Tête
Veine jugulaire interne droite
externe
Veine jugulaire interne gauche
externe
Tronc et Membres Supérieurs
Cavité thoracique
Veine azygos
Veines intercos (Thorax)
Veine cave supérieure
Veine sous clavière gauche (Epaule)
Veine céphalique
Veine basilique
Veine humérale (Bras)
Veine cave inférieure
Muscle diaphragme
Membre Supérieurs
Cavité abdominale
Veines sushépatiques (Foie)
Veine azygos
Veines rénales (Reins)
Veine porte
V. Splénique (Rate)
V. mésentériques (Intestins)
Veine radiale cubitale (Avant-bras)
(Main)
Membres Inférieurs
Veines iliaques primitives (Bassin)
Veine iliaque interne
externe
(Hanche)
V. fémorale (Cuisse)
V. saphène
V. poplitée (Jambe)
Membre Inférieurs

Structure des veines. — La paroi des veines diffère de celle des artères par l'absence presque totale de tissu élastique, en sorte qu'une veine de moyen calibre peut être perforée sans danger : les 2 bords de la plaie se rabattent l'un contre l'autre et *le sang s'y écoule en nappe;* un caillot se forme sur la blessure et facilite sa cicatrisation.

Les veines saphènes et fémorales, qui ramènent le sang des membres inférieurs, présentent des *valvules* à concavité tournée du côté du cœur (fig. 59); le rôle de ces valvules est de diviser les grandes colonnes de sang de ces veines en tronçons indépendants, superposés et mobiles sous le plus léger effort.

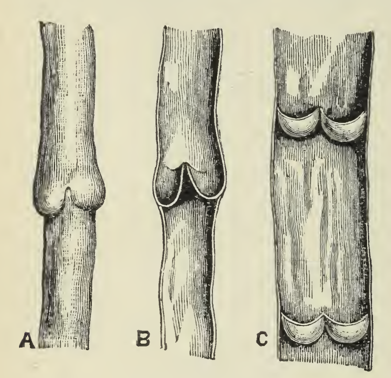


Fig. 59. — Valvules des veines C, des vaisseaux lymphatiques, A et B.

PHYSIOLOGIE de L'APPAREIL CIRCULATOIRE PROPREMENT DIT

Rôle du cœur. — Le cœur *musculaire* se contracte et se relâche alternativement, de 65 à 70 fois par minute; il est en *systole* lors de la contraction de ses fibres musculaires, en *diastole* lors de leur relâchement.

Les *oreillettes* se remplissent peu à peu du sang que leur apportent les veines caves et les veines pulmonaires; puis *elles se contractent toutes deux ensemble* et leur contenu passe dans les ventricules correspondants.

Les oreillettes rentrent alors en diastole. Les *ventricules*, une fois pleins, *se contractent simultanément à leur tour* et envoient le sang dans les artères aorte et pulmonaire, dont les valvules sigmoïdes ont été écartées; puis ils se relâchent, sans que le sang des artères y puisse refluer, puisque les valvules sigmoïdes se sont refermées.

Le cœur est en *diastole générale* pendant l'instant qui précède la prochaine systole des oreillettes.

Rôle des artères. *Pouls.* — Les grosses artères reçoivent *par intermittence* le sang que leur transmet le cœur; *grâce à l'élasticité de leur paroi, le jet intermittent qui traverse les artères principales se transforme en un jet continu pour les artérioles, les capillaires et les veines.*

Chaque contraction du ventricule gauche détermine l'envoi de 180 grammes de sang environ dans l'artère aorte (*ondée sanguine*); la colonne de sang contenue déjà dans l'arbre aortique reçoit une augmentation de pression qui s'y propage rapidement et s'y traduit par une légère dilatation des

artères et des artérioles. Le doigt appliqué sur une artère (l'artère radiale par exemple) reçoit, à chaque dilatation, une petite impulsion appelée *pouls*.

Le nombre normal des pulsations chez l'Homme adulte est de 72 par minute; il est plus grand chez l'enfant, moindre chez le vieillard.

Rôle des capillaires. — L'ensemble des vaisseaux capillaires constitue un véritable *lac sanguin* dans lequel baignent les organes; la vitesse du sang y étant très faible, les cellules vivantes puisent dans le plasma les matériaux nécessaires à leur nutrition.

Rôle des veines. — Le sang circule dans les veines en se rapprochant du cœur. Dans les veines supérieures, il progresse sous l'influence de son poids; la pression provoquée par les ondées sanguines successives détermine sa marche dans les veines inférieures; la présence de valvules chez ces dernières s'oppose d'ailleurs au retour du sang en arrière.

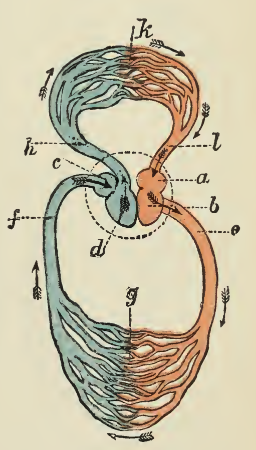


Fig. 60. — Circulation du sang chez l'Homme (fig. théorique). *b, e, g, f, c,* grande circulation; *d, h, k, l, a,* petite circulation.

Circulation du sang. — Elle comprend : 1° la *circulation générale* ou *grande circulation;* 2° la *circulation pulmonaire* ou *petite circulation.*

Circulation générale. — Le sang rouge vermeil part du ventricule gauche, *b* (fig. 60), par l'artère aorte, *e;* il est réparti par l'arbre aortique dans tout l'organisme, distribue les matières nutritives aux cellules vivantes par l'intermédiaire des vaisseaux capillaires, *g.* De rouge vermeil et oxygéné qu'il était, le sang appauvri en oxygène s'enrichit en gaz carbonique et devient rouge foncé; il est ramené à l'oreillette droite, *c,* par les veines caves, *f.*

Telle est la *circulation générale :* le sang parti du cœur gauche (ventricule) revient au cœur droit (oreillette).

Circulation pulmonaire. — Le sang passe de l'oreillette droite, *c,* dans le ventricule droit, *d,* qui l'envoie par ses contractions dans les poumons, *k;* le sang se revivifie dans ces organes, et revient à l'état rouge vermeil dans l'oreillette gauche, *a.*

II. — APPAREIL LYMPHATIQUE

Sa description. — *L'appareil lymphatique est un vaste réservoir occupant toutes les régions du corps.* Il consiste : 1° en un réseau de *capillaires lymphatiques* accompagnant les vaisseaux sanguins dans toute l'étendue du corps; 2° en *vaisseaux chylifères* naissant dans l'épaisseur de l'intestin.

Le *canal thoracique*, situé le long de la colonne vertébrale en avant, apporte à la veine sous-clavière gauche la lymphe des chylifères, de tous les capillaires lymphatiques des membres inférieurs, de l'abdomen, de la partie gauche du thorax et de la tête, et du membre supérieur gauche. [Il présente, à son origine dans la région lombaire, un réservoir assez vaste appelé *citerne de Pecquet*.]

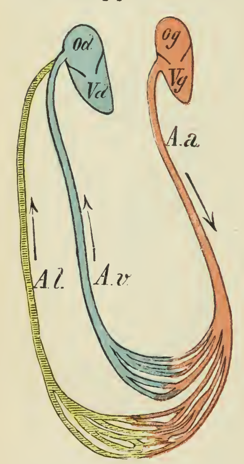


Fig. 61. — Figure schématique montrant que le réseau lymphatique, *Al*, est une annexe du réseau veineux, *Av*; *Aa*, tronc aortique. Les flèches indiquent le cours du sang.

La *grande veine lymphatique droite* est un court canal apportant à la veine sous-clavière droite la lymphe du membre supérieur droit, de la moitié droite de la tête et du thorax.

Vaisseaux et ganglions lymphatiques. — Les vaisseaux lymphatiques sont pourvus de valvules saillantes à leur intérieur (fig. 59, A et B); les valvules règlent le cours de la lymphe.

Ces vaisseaux présentent çà et là des *ganglions lymphatiques, siège d'une active multiplication des globules blancs.*

L'appareil lymphatique est une annexe de l'appareil veineux (fig. 61) : l'arbre aortique, *Aa*, envoie dans les capillaires sanguins du sang rouge vermeil qui revient à l'oreillette droite, *Od*, par 2 voies : l'une directe, *A v*, formée par les veines (sang rouge foncé); l'autre indirecte, *A.l*, formée par l'appareil lymphatique (lymphe).

§ 4. APPAREIL CIRCULATOIRE DANS LA SÉRIE ANIMALE

L'appareil circulatoire est *clos* chez les Vertébrés; il est *lacunaire* chez la plupart des autres animaux.

1° APPAREIL VASCULAIRE CLOS

VERTÉBRÉS. — **MAMMIFÈRES.** — Appareil circulatoire peu différent de celui de l'Homme. Température moyenne du sang = 37°.

OISEAUX. — Cœur à 4 cavités : le ventricule droit, *V.D* (fig. 62), a la forme d'un croissant appliqué sur le ventricule gauche, *V.G*. La crosse de l'aorte, *A.a*, est recourbée à droite. Cette artère forme un *réseau admirable*, *r*, dans la paroi abdominale où la circulation très active du sang entretient la chaleur propice à l'incubation des œufs. Température moyenne = 40 à 42°.

FIG. 62. — Circulation des Oiseaux. A gauche, cœur vu en coupe longitudinale ; *v c*, veines caves ; *v.p*, veines pulmonaires ; *A.p* et *A.a*, orifices des artères pulmonaire et aorte Coupe transversale suivant *XY*, montrant le ventricule gauche *VG*, à paroi très épaisse, entouré par le ventricule droit *VD*, en forme de croissant — A droite, appareil aortique. *A.a*, artère aorte ; *a.m*, *a ép*, artères réunies par le réseau admirable *r*

Les Mammifères et les Oiseaux ont une circulation double, un cœur à 4 cavités et une température à peu près constante.

REPTILES. — 1° *Crocodiliens.* — Le Crocodile possède un cœur à 4 cavités (fig. 63) et 2 crosses aortiques qui se confondent au-dessous du cœur en une aorte commune, *A.a.c.* Dans le ventricule droit se trouvent 2 orifices : l'un, *o'*, très large, est celui de l'artère pulmonaire (non figurée) ; l'autre, *o*, très étroit, est celui d'une *crosse aortique gauche*, *A.a.g.* Dans le ventricule gauche, *V*, est l'orifice de la *crosse aortique droite*, *A.a.d.*

Ces 2 crosses, à peine sorties du cœur, présentent un canal de communication peu important, *f*, fermé par les valvules lors de la systole ventriculaire.

Le ventricule droit contient du sang rouge foncé; le ventricule gauche est rempli de sang hématosé. Quand les ventricules se contractent, le sang rouge vermeil du ventricule gauche remplit la crosse aortique droite; *le sang rouge foncé du ventricule droit remplit l'artère pulmonaire large, tandis que quelques gouttes à peine s'engagent dans la crosse aortique gauche.*

Ainsi l'*aorte commune, A.a.c, reçoit du sang rouge vermeil presque pur.*

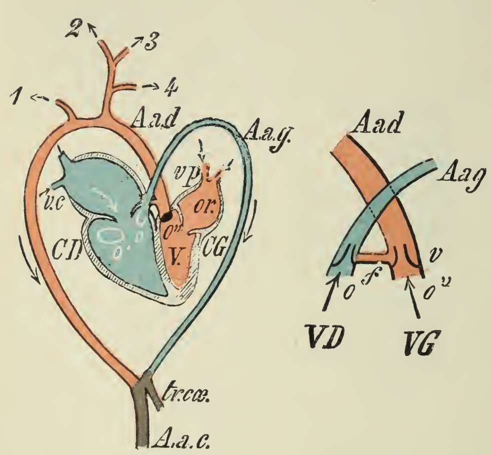


Fig 63. — Cœur du Crocodile *CD*, cœur droit; *CG*, cœur gauche. — Du ventricule droit partent : l'artèro pulmonaire d'orifice *o'*, et la crosse aortique gauche *A a g*, d'orifice *o*. Du ventricule gauche se détache en *o''* la crosse aortique droite, *A.a.d.* Les 2 crosses aortiques se réunissent en une aorte commune, *A.a c.* — A droite, les crosses aortiques entre-croisées communiquent par le canal *f*; *v*, valvules relevées fermant le canal *f*

2° *Autres Reptiles* (*Tortues, Lézards, Serpents*). — Chez ces animaux, les deux ventricules sont séparés par une *cloison incomplète;* dans le ventricule droit s'ouvrent à la fois l'artère pulmonaire large et les deux crosses aortiques.

Quand les oreillettes se contractent, le ventricule droit se remplit de sang rouge foncé; le ventricule gauche, de sang rouge vermeil. Lors de la systole des ventricules, *le sang rouge foncé du ventricule droit remplit l'artère pulmonaire ;* le ventricule droit, une fois vide, se remplit alors du sang rouge vermeil que contenait le ventricule gauche ; *ce sang hématosé s'engage dans les crosses aortiques, et de préférence dans l'aorte droite à large section.*

Les Reptiles ont une circulation double et incomplète, un cœur à 4 cavités dont les ventricules communiquent entre eux (sauf chez les Crocodiliens), *une température variable avec celle de l'air extérieur.*

AMPHIBIENS ADULTES. — Le cœur de la Grenouille, par exemple (fig. 64), comprend 3 cavités : 2 oreillettes distinctes,

od et *og*, et 1 ventricule, *V*. De la moitié droite du ventricule part un bulbe, *B*, commun aux 3 paires d'artères qui irriguent le corps (*artères carotides*, *c*, pour la tête; *crosses aortiques droite et gauche*, *ad* et *ag*, confondues en une aorte commune pour tous les organes internes; *artères pulmo-cutanées*, *ap*, *ac*, pour les poumons et la peau). Lors de la contraction des oreillettes, le ventricule se remplit de sang rouge foncé à droite, de sang hématosé à

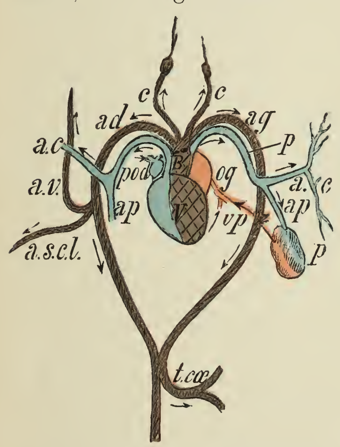


Fig. 64 — Circulation de la Grenouille — *V*, ventricule; *od*, *og*, oreillettes *B*, bulbe artériel; *c*, *a*, *p*, artères carotides, aortes et pulmonaires; *v.p*, veine pulmonaire; *v.c s* et *v.c.i*, veines caves; *ad*, *ag*, crosses aortiques remplies de sang mélangé; *p*, tronc pulmo-cutané se divisant en une artère cutanée, *ac*, et une artère pulmonaire, *ap*, se rendant au poumon *P*.

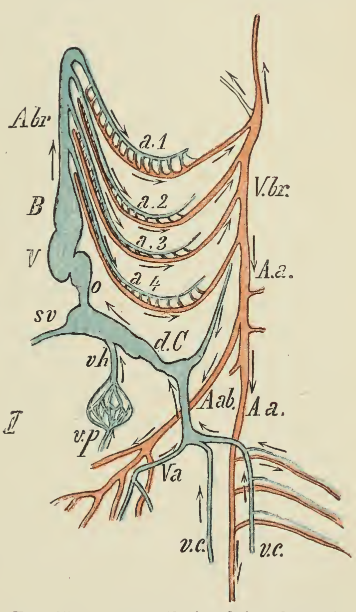


Fig. 65. — Appareil circulaire des Poissons vu de profil. *O*, oreillette ; *V*, ventricule; *B*, bulbe; *A.br*, artère branchiale distribuant le sang aux branchies par les arcs *a.1*... *a.4*; *A.a*, artère aorte portant au corps le sang rouge vermeil; *d.C*, canaux de Cuvier; *s.v*, sinus veineux.

gauche; en se contractant, le ventricule envoie du sang rouge foncé dans le bulbe et les artères pulmo-cutanées; le sang hématosé s'engage surtout dans les artères aortes et carotides.

Les Amphibiens adultes ont une circulation double et incomplète, un cœur à 3 cavités, une température variable.

POISSONS ET AMPHIBIENS JEUNES. — Le cœur, situé dans la région du cou, au voisinage des branchies (fig. 65), comprend :

une oreillette, *O*, un ventricule, *V*, puis un bulbe, *B*. Une artère branchiale, *A. br*, fait suite au bulbe et distribue aux branchies, par 4 *paires* de vaisseaux (*a.*1,...*a.*4), le sang rouge foncé qui vient du cœur (fig. 53, *B*). Le sang hématosé s'engage dans 4 *paires* de veines branchiales, *V.br*, qui se confondent en une *aorte dorsale*, *A.a*, d'où il est réparti dans l'organisme.

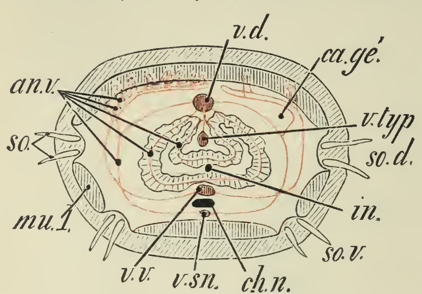


Fig. 66. — Coupe transversale du Lombric. *so.d*, *so.v*, soies dorsales et ventrales ; *in*, intestin ; *ch.n*, chaîne nerveuse. — Appareil circulatoire : *v.d*, vaisseau dorsal et *v.v*, vaisseau ventral, reliés par de nombreuses anses vasculaires, *an.v*. L'hétamose du sang a lieu surtout dans la région dorsale où les anses vasculaires se multiplient.

Le sang rouge foncé qui revient du corps est rassemblé dans un *sinus veineux*, *s.v*, qui le conduit à l'oreillette, *O*.

Les Poissons ont une circulation simple et complète, un cœur à 2 cavités, une température variable.

VERS. — L'appareil circulatoire y est très variable.

Chez le Lombric (fig. 66), un vaisseau longitudinal dorsal très important, *v.d*, communique par des anses vasculaires latérales, *an. v*, avec d'autres vaisseaux ventraux, *v.v* et *v sn;* le sang subit l'hématose dans la région dorsale du corps où s'accomplit la respiration cutanée.

2° APPAREIL VASCULAIRE LACUNAIRE

ARTHROPODES. — Leur sang est incolore et circule dans les lacunes contenues entre les organes.

1° **ARTHROPODES TRACHÉENS**. — Chez les **INSECTES**, dont l'appareil trachéen porte l'oxygène en tous les points du corps, l'appareil circulatoire est très simple : c'est un *vaisseau dorsal*, *V. d* (fig. 67), longeant la partie supérieure de l'abdomen ; il comprend une série de chambres, *ve*, dont chacune communique

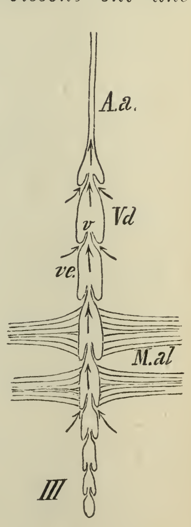


Fig. 67. — Vaisseau dorsal des Insectes ; *ve*, chambres successives ; *v*, valvules ; *Aa*, artère aorte.

avec la cavité générale et avec la chambre précédente. La chambre antérieure se continue par une *aorte*, *A. a*, qui traverse le thorax et débouche dans la tête. Le sang, puisé dans l'abdomen lors de la diastole des chambres, chemine d'arrière en avant dans le vaisseau dorsal et dans l'aorte, s'écoule entre les organes de la tête, du thorax, et revient dans la cavité générale de l'abdomen.

2° **ARTHROPODES AQUATIQUES : CRUSTACÉS.** — Chez l'Écrevisse (fig. 68), le cœur, *C*, placé sous la base de la carapace dorsale, communique avec le péricarde qui l'entoure. Par sa contraction, il envoie le sang dans 7 artères (1, 2, 2, 3, 3, 4 et 5). Le sang incolore tombe dans des lacunes interorganiques, se rassemble dans un sinus longitudinal, *LL'*, va subir l'hématose dans les branchies, *Br*, et revient au péricarde, *P*.

Fig. 68. — Appareil circulatoire de l'Écrevisse. — A gauche, vaisseaux emportant le sang oxygéné du cœur, *C* (vue de face). — A droite, le sang oxygéné, lancé par le cœur, *C*, dans les organes (par les artères 1, 2, ... 6 et 7), tombe dans les lacunes et se rassemble dans le sinus ventral, *LL'* ; le sang parvient aux branchies *Br*, y subit l'hématose et revient au péricarde *P*, d'où il rentre dans le cœur.

MOLLUSQUES. — Chez l'Escargot (fig. 34), le cœur se compose d'une oreillette, *O*, et d'un ventricule, *V*. Le sang oxygéné, provenant du poumon, pénètre dans l'oreillette, puis dans le ventricule qui l'envoie dans *l'aorte*, *A* ; celle-ci forme une *aorte antérieure*, *A.a* (pour la tête et le pied) et une *aorte viscérale*, *A.v*.

Le sang tombe dans des lacunes et se rassemble ensuite, chargé de gaz carbonique, dans des sinus qui le conduisent à l'appareil respiratoire.

La Moule a un cœur médian dorsal, composé de 2 oreillettes latérales et d'un ventricule médian traversé par le rectum.

IV. NUTRITION DE LA CELLULE

Le sang porte aux cellules de l'organisme les matériaux nutritifs liquides et gazeux qu'il a *absorbés* dans le tube digestif et dans l'appareil respiratoire (pages 29 et 40); chaque cellule vivante y puise les principes qui lui sont utiles, se les *assimile*, c'est-à-dire les transforme en sa propre substance. Le protoplasme de la cellule travaille, produit des déchets qui en sont éliminés [*excrétés*] et balayés par le sang.

Ainsi **le sang est un liquide réparateur et un collecteur de déchets** qui remplit sans interruption ces deux rôles.

Le sang est un liquide réparateur. — Pendant la digestion, le sang, qui s'éloigne de l'intestin par la veine porte, est plus riche en matériaux nutritifs qu'à tout autre moment (glucose, peptones, graisses y sont abondants); certaines cellules ont pour fonction de retirer du sang et de *conserver en réserve* cet excès de principes utiles, qu'elles lui restituent peu à peu lorsqu'il en a été appauvri par l'organisme.

Le sang est un collecteur de déchets. — Mais nos organes souffriraient vite de l'accumulation du gaz carbonique, de l'urée, etc., dans le sang, si des cellules spéciales n'avaient pour rôle de les en retirer. — On appelle *cellules glandulaires* ces cellules spéciales *qui travaillent non seulement pour leur entretien, mais dans l'intérêt de l'organisme entier*.

Les phénomènes de nutrition (*assimilation* et *désassimilation*) s'accomplissent dans toute cellule vivante; les phénomènes plus spéciaux de *sécrétion* et d'*excrétion* sont réalisés dans la cellule glandulaire.

§ I. ASSIMILATION ET DÉSASSIMILATION CELLULAIRES

Assimilation. — La cellule vivante, baignée par le plasma sanguin, y fait le choix des principes qui lui sont utiles, en vertu de la loi suivante : *La consommation règle l'absorption*.

Ainsi, dans le même temps, la cellule musculaire puise dans le sang plus d'hydrates de carbone que la cellule nerveuse qui exige, en retour, plus de matières azotées.

TABLEAU VI. NUTRITION GÉNÉRALE.

Phases de la nutrition.
- **Absorption** réalisée par chaque *cellule vivante*.
- **Mise en réserve** par les *cellules glandulaires*.
- **Digestion des réserves.**
- **Assimilation — Désassimilation** — enfin **Excrétion.**

Le sang est le *liquide réparateur* de notre corps et un *collecteur de déchets.*

Glandes.
- (1) **Glandes digestives** (voir Tableaux II et III).
- (2) **Glandes nutritives proprement dites.**
  - *Foie* met en réserve le *glycogène* (aux dépens du glucose), les *graisses* et *matières azotées ;* transforme le *glycogène* en *glucose* qu'il restitue au sang.
  - *Tissu adipeux : graisses* en réserve dans le tissu conjonctif.
  - *Glandes mammaires :* sécrètent le *lait* pour le nouveau-né.
- (3) **Glandes excrétrices.**
  - *Poumons :* rejettent CO^2 et vapeur d'eau.
  - *Appareil urinaire* : 2 reins — uretères — vessie — urèthre. Les reins extraient du sang les principes de l'*urine.*
  - *Glandes sudoripares* produisent la *sueur* rejetée par la peau.

CHALEUR ANIMALE.

Animaux.
- *à température constante* (Mammifères. Oiseaux).
- *à température variable* (tous les autres Animaux).

Animaux *à température constante.*
- Sources de chaleur: muscles, glandes, poumons, etc.
- Causes de refroidissement : rayonnement du corps, échanges avec l'extérieur, transpiration, etc.
- Lutte soit *consciente,* soit *inconsciente* contre le froid ou l'excès de chaleur.

Une cellule très active consomme plus d'un même principe que lorsqu'elle est dans un repos relatif : le sang qui sort d'un muscle contracté renferme moins d'oxygène et de glucose que celui qui sort d'un muscle au repos.

L'assimilation d'une substance est précédée de sa *réduction.*

Désassimilation. — Les matières *désassimilées,* rejetées par la cellule vivante dans le sang, résultent au contraire de l'*oxydation* et de l'*hydratation* des substances qui composaient le protoplasme. — Parmi ces matières, on peut signaler le *gaz carbonique* (CO^2), l'*eau* (H^2O), l'*urée* (CH^4Az^2O), etc.

§ 2. SÉCRÉTION ET EXCRÉTION GLANDULAIRES.

La cellule glandulaire *sécrète*, aux dépens du plasma sanguin, certains produits qu'elle accumule dans son sein; *quand elle est gorgée de ces produits qu'elle a élaborés,* elle les rejette (*excrétion*).

L'urine, la sueur sont rejetées définitivement; la salive et les autres sucs digestifs, le lait, jouent un rôle physiologique ou nutritif après leur émission.

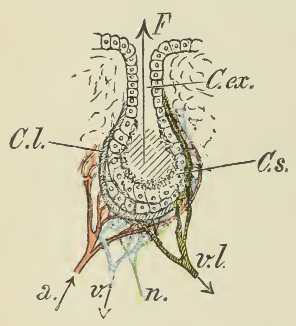


Fig. 69. — Coupe schématique d'une glande. *C.s*, cellules sécrétrices; *C.ex*, conduit excréteur. *a*, artère; *v*, veine; *v.l*, vaisseau lymphatique; *C.l*, gaine lymphatique (représentation absolument théorique); *n*, nerf. La flèche *F* indique la direction suivie par la substance excrétée.

GLANDES. — On appelle *glande* un groupe de cellules glandulaires ayant la même fonction.

Une glande forme, quand elle est *simple*, un cul-de-sac tapissé par les cellules sécrétrices, *C.s* (fig. 69); un canal, *C.ex*, conduit au dehors les produits de la glande.

Toute glande est irriguée par une artériole, *a*, qui y amène le sang et par une veinule, *v*, qui l'en emporte; des vaisseaux lympathiques, *v.l*, prennent naissance dans la gaine lympathique, *C.l*, qui baigne en quelque sorte la glande; des filets nerveux, *n*, président à sa fonction.

Classification des glandes. — Au point de vue de leur **forme**, les glandes peuvent être divisées en *glandes simples* [glandes en tube de Lieberkühn, *G.L* (fig. 18)], et en *glandes composées* [glandes salivaires et glandes mammaires en grappe (fig. 13), glandes gastriques en tube ramifié, etc.].

Par leur **rôle**, les glandes peuvent être classées ainsi :

1° **Glandes digestives** [*gl. salivaires, gastriques et intestinales; pancréas, foie*];

2° **Glandes nutritives proprement dites** [*foie* produisant le glycogène, *cellules adipeuses* remplies de graisse, *glandes mammaires* sécrétant le lait].

3° **Glandes excrétrices** [*poumons* rejetant CO^2; *reins* excrétant l'urine; *glandes sudoripares* rejetant la sueur].

1° *GLANDES DIGESTIVES.* — Étudiées lors de la digestion.

2° *GLANDES NUTRITIVES PROPREMENT DITES.* — Les glandes où sont produites et accumulées les *réserves* alimentaires sont :

Le **foie** qui met en réserve le glucose sous forme de *glycogène;* les **cellules adipeuses** où s'accumulent les *graisses*

Les **glandes mammaires** sécrètent le *lait* utilisé pour l'alimentation, non de l'organisme qui le produit, mais d'autres êtres qui en dérivent ou non [la mère allaite son enfant; nous buvons le lait de vache, de chèvre, d'ânesse].

Le foie est un laboratoire de réserves. — *Il fabrique aux dépens du sang du* **glycogène**, *des* **graisses** *et des* **matières azotées** *qu'il transforme en matières utilisables, restituées au sang quand il en est besoin.*

Le foie produit du **glycogène.** — Pendant les digestions, le sang de la veine porte (qui se rend de l'intestin au foie) est plus riche en sucre que celui des veines sus-hépatiques (qui se rendent du foie à la veine cave inférieure); l'inverse a lieu dans l'intervalle de deux digestions consécutives.

Ainsi *le foie arrête au passage une partie du sucre que contient en abondance la veine porte pendant les digestions;* les cellules hépatiques déshydratent le sucre et emmagasinent du *glycogène :* **fonction glycogénique** du foie.

$$n(C^6H^{12}O^6) - nH^2O = (C^6H^{10}O^5)^n.$$

Glucose. Eau. Glycogène.

Quand le sang est appauvri en sucre, les cellules hépatiques fixent de l'eau sur le glycogène et le transforment en sucre restitué au sang : **fonction saccharifiante** du foie.

On peut obtenir beaucoup de glycogène en laissant des fragments de foie frais ou des moules fraîches, pendant 5 minutes, dans l'eau bouillante légèrement acidulée; le liquide obtenu est filtré dans une éprouvette à demi pleine d'alcool; à mesure que les gouttelettes liquides tombent, le glycogène se précipite sous forme d'une substance blanche.

Le glycogène, soluble dans l'eau, prend avec l'iode une teinte rosée.

Par une nutrition abondante, le foie s'enrichit aussi en **graisses** *et en* **matières azotées** qui en augmentent le poids.

Le foie est donc une glande biliaire (page 27) *et un grenier d'abondance pour l'organisme.*

2e, 3e années.

Le tissu conjonctif (adipeux) est le siège principal de réserve des graisses. — *Quelle que soit la nature d'une alimentation abondante*, les cellules formant la partie profonde de la peau, celles qui avoisinent le cœur, les reins, etc., se chargent de graisse (fig. 70) ; elles sont dites *adipeuses*.

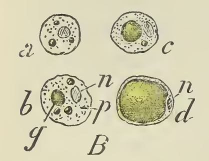


Fig. 70 — Cellules adipeuses renfermant en *a* quelques globules de graisse ; *b*, *c*, les gouttelettes *g* sont plus grosses ; *d*, cellule envahie totalement par la graisse.

Les graisses forment une réserve alimentaire utilisée par le malade contraint à une abstinence prolongée.

Les animaux hibernants (Ours, Marmotte, Écureuil), gras à l'automne par le fait d'une nutrition abondante, se réveillent amaigris au printemps.

La graisse est lentement brûlée avec production de gaz carbonique, de vapeur d'eau et dégagement de chaleur.

Glandes mammaires. — Les mamelles n'existent que chez les Mammifères ; elles sécrètent le *lait*, aliment complet que la mère fournit au nouveau-né.

Une mamelle est formée de la réunion de glandes en grappe, dont les canaux excréteurs débouchent séparément au dehors.

Lait. — C'est un liquide blanc dont l'opacité est due à de nombreux globules de graisse en suspension.

Abandonné au repos à 10 ou 15°, le lait se sépare en deux couches : l'une supérieure (*crème*) formée par les corpuscules gras moins denses ; l'autre inférieure (*lait écrémé*), d'un blanc bleuâtre, qui contient de l'eau, des matières albuminoïdes (*caséine*), du *sucre de lait* et des sels.

L'agitation violente (barattage) active cette séparation, et unit les globules de graisse en une masse solide appelée *beurre*.

La caséine, qui se trouve dans le lait à l'état de caséinate alcalin, peut en être séparée par l'addition de quelques gouttes d'un acide ou par la *présure* (ferment retiré ordinairement de la caillette du Veau) : *le lait se coagule*.

Lait coagulé. { *Caillot* : Caséine, matières grasses.
Petit-lait : Eau, sucre de lait, sels minéraux.

Cette coagulation du lait a lieu, dans l'estomac des Mammifères adultes, par l'acide chlorhydrique du suc gastrique ; elle précède la digestion de la caséine par le suc pancréatique, dans l'intestin.

3° *GLANDES EXCRÉTRICES.* — Ces glandes rejettent de l'organisme les principes nuisibles recueillis par le sang ; ce sont : les **poumons** rejetant le gaz carbonique, les **reins** et les **glandes sudoripares** qui éliminent l'urée, l'acide urique, etc.

Poumons. — L'air exhalé des poumons de l'Homme en 24 heures, contient 18 gr. de gaz carbonique et 400 gr. de vapeur d'eau.

Appareil urinaire. — Chez l'Homme, cet appareil se compose de 2 *reins*, R (fig. 71), produisant l'*urine* conduite par les *uretères*, *Ur*, à la vessie, *V ;* l'urine accumulée dans la vessie s'écoule au dehors par un canal unique, l'*urèthre*, *U*.

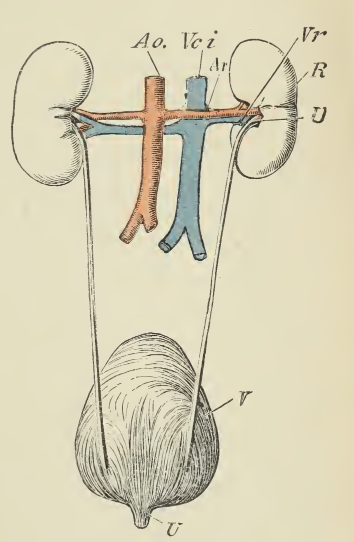


Fig 71. — Appareil urinaire de l'Homme. *R*, rein ; *Ur*, uretère ; *V*, vessie ; *U*, urèthre. *Ao*, artère aorte ; *Ar*, artère rénale ; *Vr*, veine rénale ; *Vci*, veine cave inférieure.

Reins. — Les reins sont logés dans la cavité abdominale, de chaque côté de la colonne vertébrale (région lombaire).

Ils ressemblent à deux haricots dont les *hiles* sont en regard ; chacun d'eux pèse 160 gr. environ.

L'artère aorte, *Ao*, envoie à chaque rein une *artère rénale*, *Ar*, qui s'y ramifie ; le sang en est ramené par une *veine rénale*, *Vr*, qui aboutit à la veine cave inférieure, *V.c.i*.

Structure du rein. — Une coupe longitudinale passant par le plan de symétrie du rein (fig. 72) montre l'uretère, *Ur*, débouchant dans un réservoir appelé *bassinet, Ba ;* la paroi du bassinet est limitée par les *pyramides de Malpighi*, dont le sommet est percé de nombreux petits orifices où aboutissent les tubes urinaires, *t*. La paroi du rein comprend : la *substance*

médullaire interne, d'un rouge foncé, *S.m;* la *substance corticale* externe, jaunâtre et granuleuse, *S.co.*

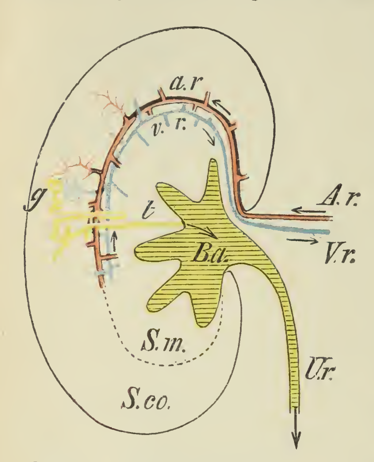


Fig. 72 — Figure schématique du rein vu en coupe. *Ur*, uretère; *Ba*, bassinet; *S.m*, substance médullaire; *S.co*, substance corticale; *t*, tube urinaire débouchant au sommet d'une pyramide de Malpighi; il s'enfonce dans la substance du rein, s'y ramifie et se termine par des capsules de Bowmann, *g*. — *A r*, artère rénale et ses ramifications *a.r*; *V.r*, *v.r*, veine rénale et ses branches

Un *tube urinaire*, *t*, pénètre, en se ramifiant, dans la paroi du rein; ce tube (représenté en jaune dans la fig. 73) s'y contourne beaucoup et se termine par une coupe appelée *capsule de Bowmann*. La substance corticale du rein renferme des millions de capsules semblables.

Or, l'artère rénale, *A.r* (fig. 72), émet dans la substance du rein des artérioles, *Ar.r* (fig. 73), ramifiées elles-mêmes en *a.f*, et qui forment autant de réseaux capillaires, *b*, qu'il y a de capsules de Bowmann.

Le sang, apporté par l'artériole *a.f*, traverse le 1er système de capillaires *b*, entre en *c* dans une *veine porte rénale*, *v.p*, qui donne naissance à un 2e système de capillaires, *d. cap;* le sang traverse ce 2e réseau, est recueilli par une veinule, *v. ef*, rameau de la veine rénale, V.*r* (fig. 72).

Excrétion urinaire. — L'urine est extraite du sang par le tube urinaire qu'elle suit dans tout son trajet; parvenue au sommet d'une pyramide de Malpighi, elle tombe dans le bassinet, s'engage dans l'uretère, puis dans la vessie, *V* (fig. 74), située à la partie inférieure de l'abdomen.

Les uretères, *U*, débouchent dans la vessie sous un angle très aigu; aussi, la vessie une fois pleine, l'urine ferme les uretères par la pression qu'elle exerce contre la paroi, en *f*. Le rejet de l'urine a lieu par le canal de l'*urèthre, Ur*.

De l'urine. — C'est un liquide jaune, légèrement acide, com-

posé d'eau (96 pour 100), tenant en dissolution de l'*urée*, de l'*acide urique*, du *sel marin* et autres sels minéraux. L'Homme rejette, en 24 heures, environ 1 500 gr. d'urine, dont 34 gr. d'urée et 0gr,8 d'acide urique.

L'urée, abandonnée à l'air, s'hydrate et forme du carbonate d'ammoniaque. L'acide urique est libre ou combiné à des bases sous forme d'urates; si la production en est trop abondante, il se forme des cristaux (*calculs urinaires*) dont l'évacuation douloureuse provoque les *coliques néphrétiques ;* ces concrétions, localisées dans les articulations causent la *goutte*.

L'urine des animaux carnivores est limpide et acide; celle des herbivores (Cheval, Bœuf) est trouble et alcaline. L'urine des Oiseaux, fort épaisse, recouvre leurs excréments d'une couche blanche.

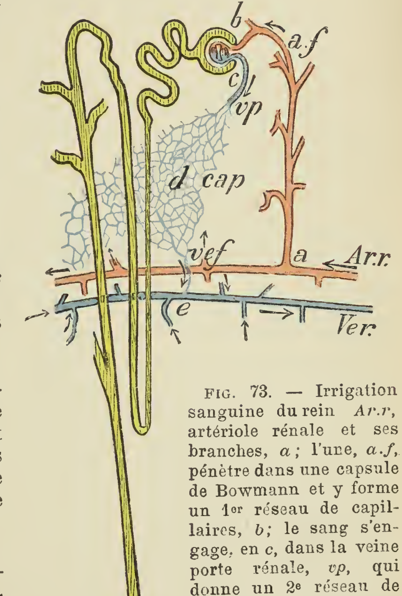


Fig. 73. — Irrigation sanguine du rein *Ar.r*, artériole rénale et ses branches, *a ;* l'une, *a.f*, pénètre dans une capsule de Bowmann et y forme un 1er réseau de capillaires, *b;* le sang s'engage, en *c*, dans la veine porte rénale, *vp*, qui donne un 2e réseau de capillaires, *cap*, entourant les tubes urinaires; *v.ef*, veinule qui emporte le sang des capillaires en *e*, dans la veinule rénale *Ve.r*.

Glandes sudoripares. — Au nombre de 2 millions environ, ces glandes produisent la *sueur* qui humecte la peau.

Fig. 74.— Vessie, *V; U*, uretère ; *Ur*, urèthre.

Une glande sudoripare, longue de 2 millimètres environ, consiste en un tube étroit, enroulé à son extrémité fermée, *Gl.sud* (fig. 75), et pourvu d'un canal excréteur, *c.ex*, qui traverse le derme *De* et l'épiderme *Ep*.

Par leur nombre, les glandes sudoripares forment un appareil excréteur important, dont la masse est à peu près le quart de celle des reins.

De la sueur. — La sueur est un liquide alcalin, composé d'eau (99 pour 100) tenant en dissolution du chlorure de sodium, un peu d'*urée* et divers autres principes.

L'Homme rejette normalement, en 24 heures, 1 200 gr. de sueur, dont 2 gr. d'urée et du gaz carbonique. La sueur s'évapore à la surface de la peau qu'elle refroidit d'autant plus qu'elle est produite en plus grande quantité : ainsi *la fonction sudorale contribue à régulariser la température de notre corps.*

Fig. 75. — Coupe de la peau. *Ep*, épiderme; *De*, derme; *Gr*, cellules adipeuses; *pd*, papilles dermiques; *n*, nerf et ses terminaisons; *fn*, fibre nerveuse aboutissant à un corpuscule du tact, *c.t.* — *ar* et *ve*, artériole et veinule formant un réseau de capillaires dans une papille vasculaire, *p.v.*

Signalons encore, parmi les glandes excrétrices, les **glandes sébacées**, situées généralement à la base des poils : elles sécrètent une matière épaisse (*sebum*) qui imprègne les poils et la surface de la peau, en s'opposant à leur dessiccation.

CHALEUR ANIMALE

Si l'on compare la température t du corps d'un animal, à la température t' du milieu dans lequel il vit (air ou eau), on remarque que t est plus grand que t'.

1° La température t de l'animal peut demeurer à peu près *invariable*, quelle que soit la température t' du milieu extérieur : c'est le cas des Mammifères et des Oiseaux, appelés *animaux à température constante;*

2° La température t de l'animal varie dans le même sens que la température du milieu extérieur, tout en lui demeurant plus ou moins supérieure : c'est le cas des Reptiles, des Amphibiens, des Poissons et de tous les Invertébrés, dits *animaux à température variable.*

Il faut bannir les expressions : *animaux à sang chaud, animaux à sang froid*, appliquées aux 2 catégories que nous venons d'établir.

On ne peut appeler *animal à sang froid* ni le Boa qui, en couvant ses œufs, atteint parfois une température égale à celle des Oiseaux, ni les Insectes dont la température est supérieure à 20° parfois pendant leur vol, etc.

Équilibre thermique chez les animaux à température constante. — Nos organes sont le siège de réactions chimiques accomplies avec absorption ou dégagement de chaleur; nous échangeons aussi de la chaleur avec le milieu extérieur (air).

La température de notre corps dépend donc : 1° de *la chaleur que nous produisons;* 2° de *la chaleur que nous perdons.*

Les principales **sources de chaleur** pour le corps humain sont : le *travail musculaire,* la *sécrétion glandulaire*, le *travail cérébral* et l'*oxydation de l'hémoglobine* dans les *poumons.*

Un muscle qui se contracte possède une température plus élevée que s'il est au repos : il s'y produit, en effet, une combustion plus active du sucre et des corps gras que le sang apporte au muscle en travail. (Le sang qui sort d'un muscle contracté est plus noir et plus riche en CO^2 que le sang qui sort du même muscle au repos.)

Les principales **causes de déperdition de chaleur** sont : le rayonnement de la peau, la transpiration à la surface de la peau et des poumons, l'absorption d'aliments plus froids que les excréments rejetés, en général.

Ces causes de déperdition sont variables avec la température extérieure ; aussi devons-nous lutter contre les variations de température de l'air.

Nous luttons *contre le froid :* 1° d'une manière *consciente,* en cherchant un abri, en nous couvrant de vêtements pelucheux, en nous livrant à des exercices musculaires violents compensés par une alimentation abondante;

2° d'une manière *inconsciente,* par une respiration et des combustions internes plus actives.

Nous luttons *contre l'excès de chaleur :* 1° d'une manière *consciente,* par un repos complet au milieu du jour, par la recherche

d'un abri contre le rayonnement solaire, en nous couvrant de vêtements laineux qui interposent une couche d'air mauvaise conductrice entre le corps et l'air brûlant du dehors ;

2° d'une manière *inconsciente*, en produisant une plus grande quantité de sueur qui s'évapore à la surface de la peau.

COUP D'ŒIL SUR L'ENSEMBLE DES PHÉNOMÈNES DE NUTRITION

Nous avons donné déjà un aperçu général de la nutrition (page 11); il nous suffira de rappeler ici quels sont les gains et les pertes subis par l'organisme (fig. 76).

Les *matières absorbées* par la voie digestive (aliments solides et liquides) et par la voie respiratoire (oxygène) sont recueillies

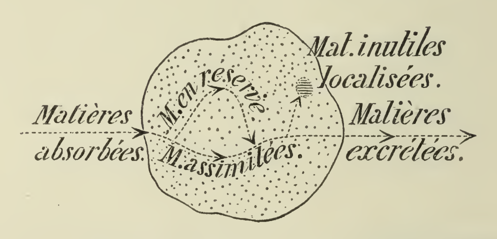


Fig. 76. — Schéma représentant le courant matériel à travers le corps d'un être vivant.

par le sang et mises en *contact intime avec les cellules vivantes*, parmi ces matières, les unes sont *immédiatement assimilées*, les autres *mises en réserve* pour être utilisées ultérieurement (glycogène, graisses, etc.).

Les cellules vivantes sont à la fois le siège d'une assimilation active et d'une *désassimilation* correspondante; les déchets qui en résultent sont *excrétés* en dissolution dans l'eau (urée, (acide urique, sels minéraux, etc.), ou sous la forme gazeuse CO^2, vapeur d'eau, etc.).

FONCTIONS DE RELATION

Les **fonctions de relation** ont pour but de permettre à l'animal de se déplacer dans le milieu extérieur, le plus souvent pour y chercher sa nourriture.

Les animaux supérieurs possèdent des organes variés, soutenus par un *squelette;* les pièces qui composent ce squelette sont mues par des *muscles* sous la direction du *système nerveux.*

L'appareil locomoteur comprend le *squelette* et le *système musculaire;* l'appareil sensible et directeur des mouvements comprend les *organes des sens* et le *système nerveux.*

1. SQUELETTE

Le squelette est la charpente du corps. — Chez tous les Vertébrés, il est composé d'*os*, formés eux-mêmes de *tissu osseux.*

Constitution d'un os. — Dans un os, on remarque 3 parties :

1° Le *périoste*, membrane fibreuse qui l'entoure ; 2° la *substance osseuse*, qui forme le corps de l'os; 3° la *moelle*, substance molle centrale, de couleur jaune rougeâtre.

Fig. 77. — Tissu osseux. — A coupe d'un os montrant les canaux de Havers, *H;* autour de chaque canal, sont groupés des systemes concentriques de corpuscules osseux. — B, un corpuscule osseux isolé; ses prolongements à travers la matière interstitielle, *m. int,* sont réunis à ceux des corpuscules voisins. — C, ostéoblaste.

La *substance osseuse* (tissu osseux) comprend des *cellules* très irrégulières, *B* (fig. 77), avec de nombreux prolongements noyés dans une matière interstitielle, *m.int.*

Les cellules osseuses sont disposées autour de *canaux de*

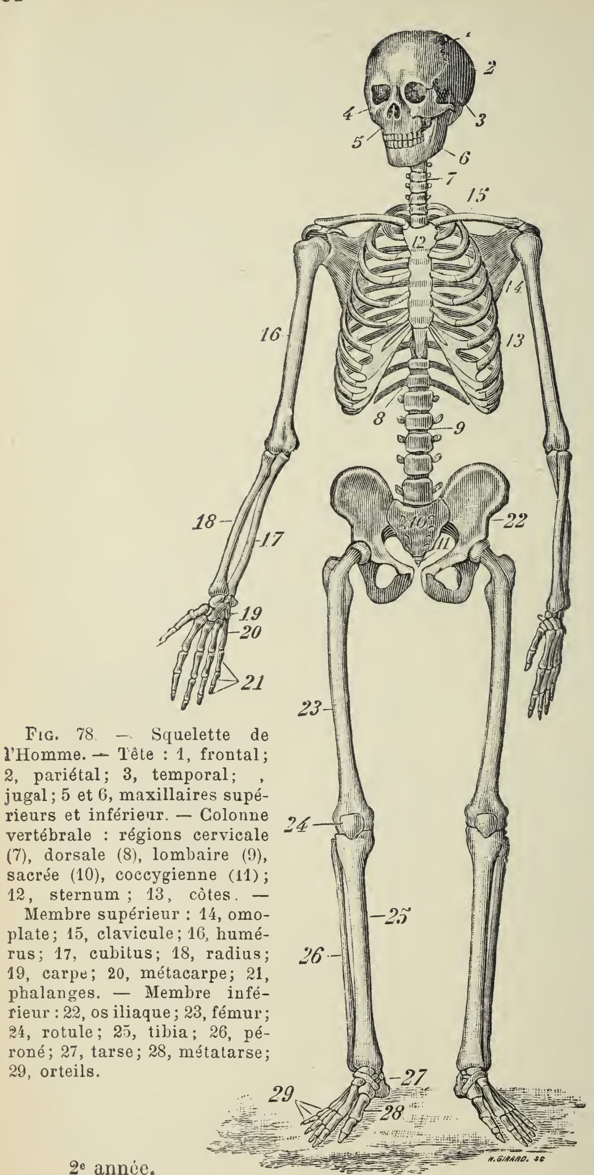


Fig. 78. — Squelette de l'Homme. — Tête : 1, frontal; 2, pariétal; 3, temporal; , jugal; 5 et 6, maxillaires supérieurs et inférieur. — Colonne vertébrale : régions cervicale (7), dorsale (8), lombaire (9), sacrée (10), coccygienne (11); 12, sternum ; 13, côtes. — Membre supérieur : 14, omoplate; 15, clavicule; 16, humérus; 17, cubitus; 18, radius; 19, carpe; 20, métacarpe; 21, phalanges. — Membre inférieur : 22, os iliaque; 23, fémur; 24, rotule; 25, tibia; 26, péroné; 27, tarse; 28, métatarse; 29, orteils.

Tableau VII. Squelette.

Définition. — Ensemble des *os* qui forment la charpente du corps

Forme des os.
- *Os longs :* Fémur, tibia, humérus, etc.
- *Os plats :* Omoplate, frontal, pariétaux, etc.
- *Os courts :* Vertèbre, os du carpe et du tarse.

Description du squelette

I. Tronc.

Colonne vertébrale. 33 *vertèbres* (corps, trou, apophyses).

Régions ..
- *cervicale*... 7 vertèbres.
- *dorsale*.... 12 vertèbres portant les *côtes*.
- *lombaire*... 5 vertèbres fortes.
- *sacrée*.. .. 5 vertèbres soudées (*sacrum*).
- *coccygienne* 3 ou 4 vertèbres déformées

Sternum.

Côtes. 12 paires
- 7 paires de *vraies côtes*
- 5 paires de *fausses côtes* (côtes *flottantes :* 2 ou 3 paires)

II. Tête.

Crâne 2 *pariétaux*, 1 *frontal*, 2 *temporaux*, 1 *occipital*, 1 *sphénoïde*, 1 *ethmoïde*.

Face..
- 2 *nasaux*, 2 *jugaux*, 2 *lacrymaux*, 2 *maxillaires supérieurs*.
- 1 *vomer*, 2 *palatins*, 1 *maxillaire inférieur*. [Os *hyoïde*].

III. Membres.

Les membres supérieurs et les membres inférieurs sont *homologues*.

MEMBRES SUPÉRIEURS.		MEMBRES INFÉRIEURS	
Épaule.....	*Omoplate.* *Clavicule*	**Hanche.**	*Ilium.* *Pubis.* *Ischion.* — Os iliaque.
Bras.......	*Humérus.*	**Cuisse** ..	*Fémur.* [Rotule].
Avant-bras.	*Radius.* *Cubitus.*	**Jambe**..	*Tibia.* *Péroné.*
Main.......	*Carpe :* 8 os. *Métacarpe :* 5 os. *Doigts :* 3 phalanges sauf le pouce.	**Pied**....	*Tarse*..... 7 os (Astragale. Calcanéum). *Métatarse.* 5 os. *Orteils*.... 3 phalanges, sauf le pouce.

Modifications du squelette des membres

dues à l'*adaptation* au mode de vie :
- dans l'eau : Animaux *aquatiques :* nageoires (Poissons).
- dans l'air : Animaux *aériens.* Membrane alaire (Chauve-souris). Aile (Oiseaux).
- sous le sol : Animaux *fouisseurs :* palette (Taupe).
- sur la terre : Mammifères onguiculés pentadactyles. — ongulés : périssodactyles. artiodactyles.

Nageoire, aile, palette, membre, sont des organes homologues.

Havers, *H.h* (*A*), qui renferment les vaisseaux sanguins propres à les nourrir. — La matière interstitielle est formée d'une matière organique (*osséine*), incrustée de sels calcaires (*phosphate* et *carbonate de calcium*).

Pour préparer l'osséine, on traite un os par l'acide chlorhydrique froid et étendu d'eau; au bout de quelques jours, toute la substance minérale est dissoute. La matière organique, isolée, molle et transparente, conserve la forme de l'os; soumise à l'action prolongée de l'eau bouillante, elle se transforme en *gélatine*.

L'os, calciné au contact de l'air, donne comme résidu la matière minérale.

Le tissu osseux se développe à la surface de l'os, dans la couche profonde du périoste, où certaines cellules, C (fig. 78), se multiplient rapidement et s'enveloppent de la matière interstitielle qu'elles sécrètent; en même temps, *la substance osseuse se résorbe au centre de l'os et forme la moelle.*

L'expérience suivante en est la preuve : chez un jeune animal, on glisse un fil de platine sous le périoste d'un os et on ferme la plaie; si plus tard on tue l'animal, on trouve le fil de platine dans la moelle.

Forme des os. — On distingue dans le squelette (fig. 78) :

1° Des os *longs :* fémur (23), tibia (25), humérus (16), etc.;

2° Des os *plats :* frontal (1), pariétaux (2), iliaques (22), etc.;

3° Des os *courts :* carpe (19), tarse (27).

Un os long, vu en coupe, présente dans sa région moyenne (*diaphyse*) un tissu compact, *t.c* (fig 79), entourant la moelle; ses extrémités (*épiphyses*) sont formées d'un tissu spongieux, ***t.s***, dont les mailles sont remplies de moelle

DESCRIPTION DU SQUELETTE DE L'HOMME

Le squelette de l'Homme comprend 3 parties :

Le *tronc*, la *tête* et les *membres*.

I. TRONC. — On y distingue la *colonne vertébrale*, les *côtes* et le *sternum*.

Colonne vertébrale. — Elle forme la partie centrale du squelette (fig. 78 et 80), supporte la tête, soutient les côtes et les membres.

La colonne vertébrale comprend 33 *vertèbres*.

Une *vertèbre* (fig. 81) présente : en avant, une partie pleine appelée *corps* (1); en arrière, un arc neural circonscrivant le *trou* de la vertèbre (5) et abritant la moelle épinière. L'arc neural porte une *apophyse épineuse* postérieure (4) et 2 *apophyses transverses* latérales (3).

La colonne vertébrale se divise en 5 *régions :* la région *cervi-*

cale, comprenant 7 vertèbres petites; la région *dorsale*, avec 12 vertèbres portant chacune une paire de côtes; la région *lombaire*, avec 5 fortes vertèbres; la région *sacrée* qui compte 5 vertèbres soudées en un os unique (*sacrum*); la *région coccygienne*, dont les vertèbres sont plus ou moins atrophiées (*coccyx*).

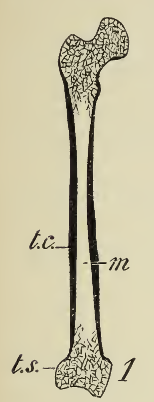


Fig. 79. — Coupe d'un os long; *t.c*, tissu compact; *t.s*, tissu spongieux; *m*, moelle.

Les trous des vertèbres superposés forment le *canal rachidien*.

Côtes et sternum. — L'Homme possède 12 paires de côtes, articulées avec les 12 vertèbres dorsales (fig. 41); les 7 premières paires (*vraies côtes*) sont reliées directement en avant, par des cartilages, au *sternum* (os plat en forme de glaive); les 2 paires suivantes (*fausses côtes*) ont leurs cartilages reliés à ceux des côtes précédentes; les 3 dernières paires (*côtes flottantes*) sont libres en avant.

Fig. 80. — Colonne vertébrale de l'Homme.

II. TÊTE. — La tête comprend : le *crâne*, boîte osseuse qui renferme l'encéphale; la *face*, où sont abrités les organes des sens délicats (fig. 9).

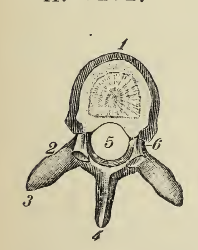


Fig. 81. — Vertèbre dorsale : 1, corps; 3, apophyse transverse; 4, apophyse épineuse; 5, arc neural (trou).

Crâne. — Les os plats qui limitent la boîte crânienne sont engrenés par leurs bords. On y signale : le *frontal* (1) en avant, les *pariétaux* (2) en haut et sur les côtés, les *temporaux* (3) disposés latéralement, l'*occipital* (4) en arrière et à la base postérieure du crâne, l'*ethmoïde* (6) à la base antérieure, et le *sphénoïde* (5) au milieu de cette base.

Le sphénoïde est la clef de voûte du crâne; il est articulé avec la plupart des os de la tête. — L'occipital possède un orifice (*trou occipital*) par lequel l'encéphale communique avec la moelle épinière, logée elle-même

dans le *canal rachidien* de la colonne vertébrale; de chaque côté du trou occipital sont 2 proéminences (*condyles occipitaux*) qui reposent sur 2 facettes correspondantes de la première vertèbre cervicale.

Face. — Les os de la face sont : les *nasaux* (7) qui soutiennent la base du nez, les *maxillaires supérieurs* (8), les *jugaux* (9) qui forment les pommettes, le *vomer* logé dans la cloison du nez, les *palatins* qui forment la partie postérieure de la voûte du palais, le *maxillaire inférieur* (11) articulé, par les condyles (*C*), dans les cavités glénoïdes des os temporaux.

Les 2 maxillaires supérieurs et le maxillaire inférieur portent les dents (page 17).

Un os indépendant, appelé *os hyoïde*, soutient le *larynx* situé en haut de la trachée artère, *La* (fig. 38).

III. MEMBRES. — L'Homme est pourvu de 4 membres : 2 *membres supérieurs* dont les bases, appuyées sur la cage thoracique en haut, forment la *ceinture scapulaire;* 2 *membres inférieurs* dont les bases, soudées avec le sacrum, 10 (fig. 78), forment la *ceinture pelvienne.*

Chaque membre comprend 4 régions :

Épaule, bras, avant-bras, main, pour le membre supérieur;

Hanche, cuisse, jambe, pied, pour le membre inférieur.

Membre supérieur (fig. 78). — Les os qui forment l'**épaule** sont : l'*omoplate* (14), appuyée sur la face dorsale des côtes supérieures; la *clavicule* (15) qui s'étend de l'omoplate au sternum.

L'os du **bras** est l'*humérus* (16) dont la tête s'engage dans une cavité de l'omoplate; l'extrémité inférieure s'articule avec les 2 os de l'**avant-bras** : le *cubitus* (17) et le *radius* (18).

La **main**, soutenue par le radius, comprend : le *carpe* ou *poignet* avec 8 os courts (19), le *métacarpe* avec 5 os parallèles (20), les *doigts* dont chacun possède 3 phalanges (21), sauf le pouce qui n'en a que deux.

Membre inférieur. — La **hanche** est soutenue par l'*os iliaque* (22) formé en réalité de 3 os soudés (*ilium* en arrière, *pubis* en avant, *ischion* en bas); l'os iliaque est soudé au sacrum en arrière; en avant, il est uni à son congénère par la *symphyse pubienne :* il en résulte une ceinture osseuse complète, le *bassin*, qui porte tout le poids du corps, à l'exception des membres inférieurs.

L'os de la **cuisse** est le *fémur* (23), dont la tête s'engage dans une cavité latérale de l'os iliaque.

La **jambe** comprend le *tibia* (25) et le *péroné* (26); le tibia est

seul articulé avec le fémur; le péroné est un os de renforcement.

Entre la cuisse et la jambe, en avant, est la *rotule*.

Le pied comprend : le *tarse* (27) avec 7 os courts, dont 2 importants (l'*astragale* articulé avec le tibia, le *calcanéum* qui forme le talon) ; le *métatarse* avec 5 os parallèles (28); les *orteils* dont chacun possède 3 phalanges (29), sauf le pouce.

Les membres supérieurs et les membres inférieurs sont homologues, c'est-à-dire construits sur le même plan. (Voir Tableau VII.)

Modes d'articulation des os. — Les os s'articulent entre eux de 3 manières principales : par *articulations fixes*, par *articulations presque fixes* (symphyses), par *articulations mobiles*.

Le tissu conjonctif participe à l'union des os.

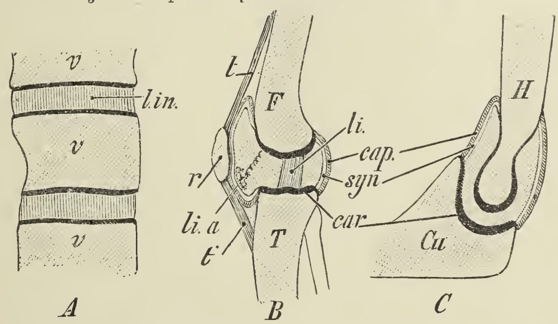


FIG. 82. — Articulations. — *A* ; symphyse. *v*, vertèbres ; *l.in*, ligament intervertébral. — *B*; *C*; articulation du fémur et du tibia (*B*), de l'humérus et du cubitus (*C*). *car*, cartilages ; *cap*, capsule fibreuse ; *syn*, membrane synoviale ; *li*, ligament.

1° *Articulations fixes*. — Les os du crâne, dentelés sur leurs bords, s'engrènent solidement pour former une boîte (fig. 9).

2° *Symphyses*. — Les corps des vertèbres sont superposés : leurs surfaces en regard sont reliées par du tissu fibro-cartilagineux, *l.in* (fig. 82, *A*). Les 2 pubis sont unis de même.

3° *Articulations mobiles*. — Ce sont les plus nombreuses ; les os peuvent effectuer, dans ce cas, des mouvements fort étendus : tel est l'humérus dans la cavité du cubitus, (fig. 82, C).

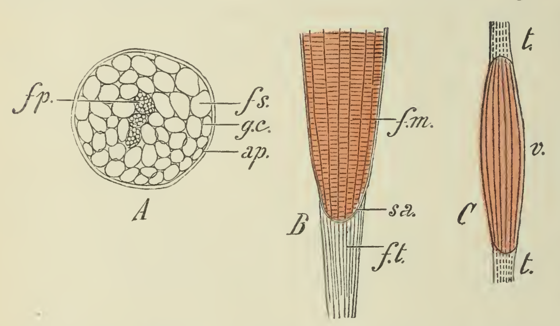
Les surfaces d'articulation sont pourvues de cartilages[1], *car* (fig. 82, B, C); une *capsule* fibreuse, *cap*, entoure totalement et protège l'articulation ; elle est tapissée intérieurement par une séreuse, *syn*, qui sécrète la *synovie*, liquide filant chargé de lubrifier les surfaces articulaires.

1. Le tissu cartilagineux est un tissu conjonctif nacré, dont les cellules ovales sont noyées dans une matière interstitielle abondante.

II. SYSTÈME MUSCULAIRE

Les **muscles** *sont les organes actifs du mouvement, alors que les* **os** *en sont les organes passifs.*

Description et constitution d'un muscle. — Un muscle se compose ordinairement : d'une partie médiane rouge et renflée, appelée *ventre, v* (fig. 83, *C*); de deux extrémités blanches appelées *tendons, t.* — Le ventre est formé de *tissu musculaire;* les tendons, de *tissu* conjonctif *élastique.*



FiF. 83. — Muscles. *A*. section transversale; *fp*, faisceau primaire de fibres; *fs*, faisceau secondaire; *gc*, gaine conjonctive; *ap*, aponévrose — *B*; *fm*, fibres musculaires; *ft*, fibres tendineuses; *sa*, sarcolemme. — *C*, muscle strié; *v*, ventre; *t*, tendons.

Les éléments du tissu musculaire ou *fibres musculaires* sont de 2 sortes : les *fibres lisses* et les *fibres striées.*

Une *fibre lisse* est une cellule allongée en fuseau, *c.m* (fig. 84); plusieurs cellules alignées se confondent par leurs extrémités, *f.l.* Les fibres lisses, enchevêtrées ainsi, forment les *muscles lisses*, blancs, des parois de l'estomac et de l'intestin.

Une *fibre striée, f.st*, résulte de la fusion des protoplasmes de plusieurs cellules; le protoplasme d'une telle fibre présente des stries longitudinales et des stries transversales.

Les fibres sont groupées en faisceaux primaires, *f p* (fig. 83, A), entourés chacun d'une gaine conjonctive, *g.* ; ces derniers sont groupés en faisceaux secondaires, *f. s.*, etc.

Le *muscle strié*, formé de ces faisceaux, est

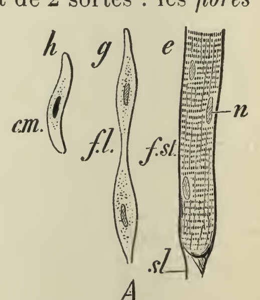


Fig. 84. — Éléments musculaires. *h*, cellule contractile; *g*, fibre lisse; *e*, fibre striée; *sl*, sarcolemme.

Tableau VIII. Système musculaire.

Définition. — Les muscles sont les *organes actifs* du mouvement.		
Muscles....	*lisses.*	
	striés [1 ventre, 2 tendons].	
Propriétés	physiques.	Un muscle *se contracte* sans changer de volume.
	chimiques.	La contraction d'un muscle est accompagnée de la *combustion d'hydrates de carbone et de graisses* avec dégagement de CO^2 et H^2O.

Principaux muscles de l'Homme (page 93).

englobé dans une *aponévrose* conjonctive, *ap*, dont les précédentes sont des ramifications. Dans ce tissu conjonctif interne, se ramifient les vaisseaux sanguins et les nerfs qui président à la nutrition du muscle.

Les muscles striés sont rouges dans leur partie musculaire; ce sont les muscles des membres, de la paroi du tronc et de la tête. [La description du muscle qui précède se rapporte à un muscle strié.]

Propriétés des muscles. — *La propriété essentielle des muscles est la contractilité.*

Un muscle est *contractile*, c'est-à-dire qu'*il peut diminuer de longueur et s'accroître en épaisseur* sous l'influence d'une excitation.

On vérifie facilement cette déformation du biceps, lorsqu'on fléchit l'avant-bras sur le bras; le muscle, d'abord au repos, en *M.r* (fig. 85), diminue de longueur et s'épaissit, en *M.a*, lorsque le radius *R* pivote autour de l'extrémité inférieure de l'humérus, *H*.

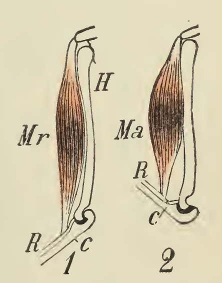


Fig. 85. — 1, Muscle biceps relâché; 2, le même contracté.

Un muscle est excité naturellement par les centres nerveux ; on peut l'exciter artificiellement par le choc, le pincement, le passage ou l'interruption d'un courant électrique à travers le muscle (courants d'induction).

Un muscle qui se contracte ne change pas de volume.

Les muscles striés se contractent sous l'influence de la volonté : ainsi les muscles des membres se contractent quand et comme nous le voulons; ce sont des muscles à contraction volontaire.

Les muscles lisses se contractent indépendamment de la volonté : ainsi l'estomac et l'intestin se déforment sans que nous puissions provoquer ou arrêter leurs contractions.

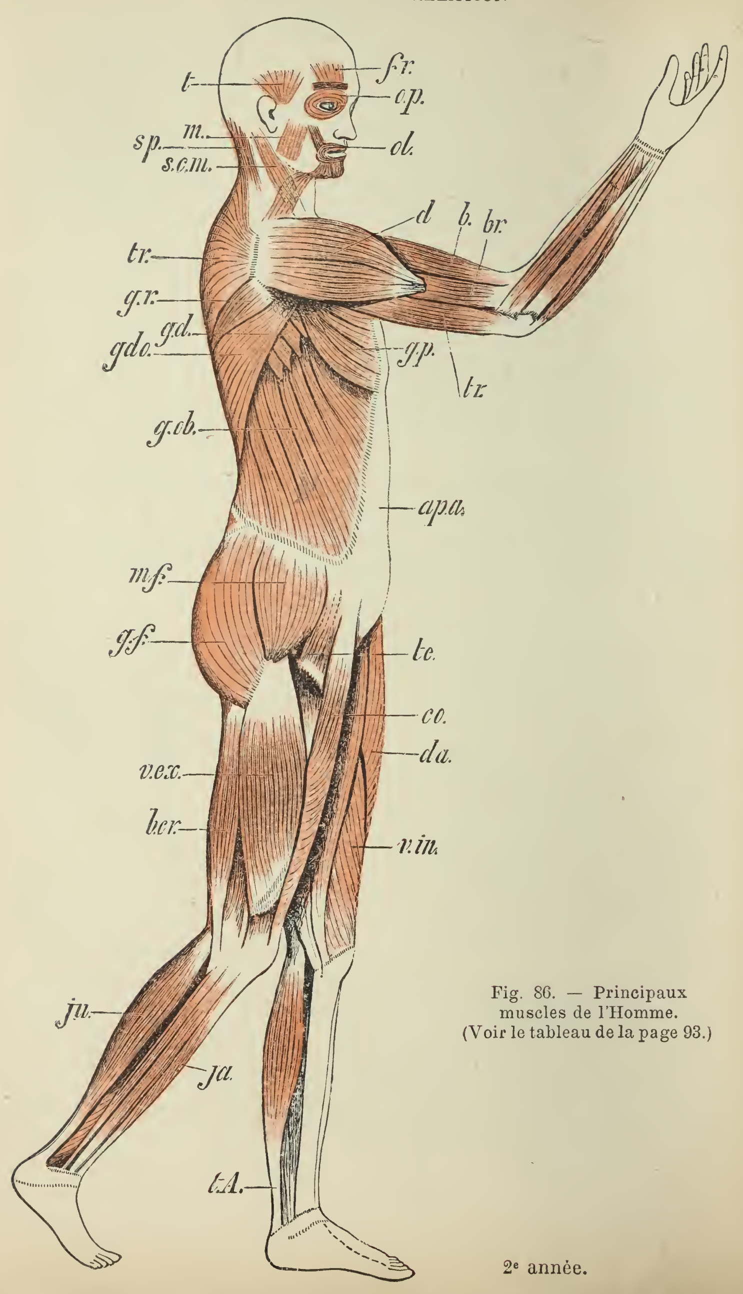


Fig. 86. — Principaux muscles de l'Homme. (Voir le tableau de la page 93.)

La contractilité d'un muscle dépend de sa nutrition. — Un muscle est très excitable quand le sang y circule activement; *sa contraction est accompagnée de la combustion des hydrates de carbone et des graisses que le sang lui apporte.* Le muscle en contraction consomme plus d'oxygène et dégage plus de gaz carbonique qu'à l'état de repos; en même temps, *il y a dégagement de chaleur* (page 81).

Principaux muscles du corps de l'Homme. — On a donné aux muscles des noms tirés : de leur forme (grand dentelé), de leur position (grand pectoral, diaphragme), de leur direction (grand oblique), etc. Les principaux d'entre eux sont représentés dans la figure 86.

Tête	*Frontal, fr :* froncement de la peau du front. *Sourcilier :* — des sourcils. *Orbiculaire des paupières, o. p :* fermeture des yeux. *Orbiculaire des lèvres, o.l :* — de la bouche. *Temporal, t ; Masséter, m :* masticateurs.
Tronc	*Grand pectoral, g.p ; Grand oblique, g.ob,* etc. : respirateurs. *Trapèze, tr :* traction de l'omoplate en arrière. *Grand dorsal, g.do :* traction du bras en arrière.
Membres supérieurs	*Deltoïde, d :* élévation du bras. *Biceps, b : Brachial antérieur, br :* flexion de l'avant-bras sur le bras. *Triceps brachial, tr :* antagoniste des précédents. *Pronateurs, supinateurs :* rotation du radius et de la main.
Membres inférieurs	*Grand* et *moyen fessiers, g.f, m.f :* verticalité du corps. *Biceps crural, b.cr :* flexion de la jambe sur la cuisse. *Triceps : Droit antérieur, d.a :* antagonistes du précédent. *Jumeaux, ju :* traction du pied en arrière.

On appelle *muscles antagonistes* 2 muscles dont les fonctions sont opposées : le grand pectoral tire le bras en dedans, le trapèze le porte en arrière, au contraire.

La contraction et le relâchement alternatifs des muscles déterminent les mouvements des os sur lesquels ils sont insérés ; les mouvements les plus étendus sont ceux des membres.

Chez l'Homme, les membres supérieurs sont surtout des organes de préhension ; les membres inférieurs sont les organes les plus ordinaires de la locomotion.

Divers modes de locomotion chez l'Homme. — Ce sont : la *marche*, la *course* et le *saut*.

Dans la *marche*, les deux pieds touchent le sol ensemble pendant un temps de *double appui;* puis l'un des pieds soulevé se porte en avant et pose sur le sol, avant que l'autre pied ne soit soulevé à son tour.

Dans la *course,* l'un des pieds n'est pas encore appuyé quand l'autre

quitte le sol ; pendant un temps assez court (*temps de suspension*), le corps est donc tout entier en l'air, et c'est pendant ce temps de suspension que le corps est le moins élevé au-dessus du sol.

Dans le *saut*, le temps de suspension est plus long que dans la course; c'est à ce moment que le corps est le plus élevé en l'air.

MODIFICATIONS DE L'APPAREIL LOCOMOTEUR CHEZ LES VERTÉBRÉS

Le nombre, la forme et la disposition des muscles sont en rapport étroit avec l'adaptation du squelette au genre de vie que mènent les animaux.

On trouve ici constamment vérifiée la loi physiologique suivante :

Tout organe subit un développement en rapport direct avec la fonction qu'il remplit; tout organe dont la fonction devient nulle pour une cause quelconque dépérit, puis disparaît.

Les modifications les plus profondes et les plus intéressantes à étudier portent sur le squelette des membres ; envisageons-les successivement chez les diverses classes de Vertébrés.

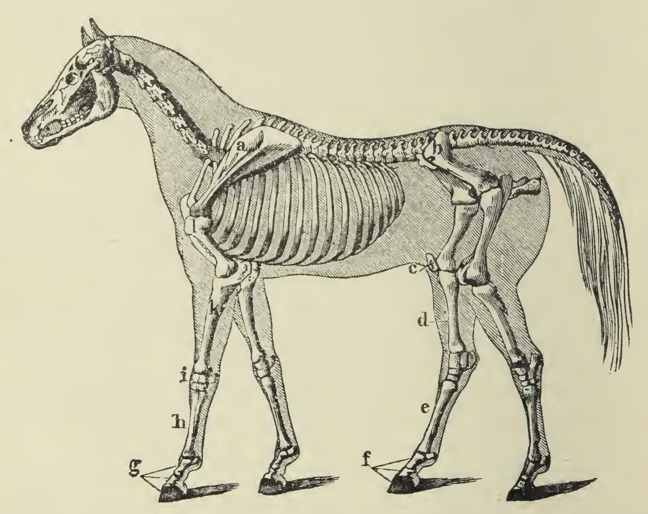


Fig. 87. — Squelette du Cheval : *a*, omoplate; *b*, os iliaque; *c*, rotule; *d*, tibia ; *e*, métatarse; *f*, *g*, phalanges ; *h*, métacarpe ; *i*, carpe ; *k*, cubitus et radius ; *l*, humérus.

MAMMIFÈRES. — La *marche* est leur principal mode de locomotion ; certains d'entre eux *courent* (Chat, Rat, Éléphant, Cheval) ; d'autres *sautent* (Kanguroo, Écureuil) ; quelques-uns *volent* (Chauve-souris), *fouissent* (Taupe) ou *nagent* (Phoque, Baleine). L'Homme et le Singe peuvent en outre *prendre* des objets avec la *main*.

La ceinture scapulaire comprend toujours l'omoplate et la clavicule. chez

les Mammifères dont le membre antérieur exécute des mouvements étendus et variés (Homme, Singe, Écureuil). *La clavicule disparaît* chez ceux dont les mouvements du membre antérieur ont lieu dans un même plan, parallèle au plan de symétrie du corps (Cheval).

La ceinture pelvienne forme le *bassin*. Le bassin est rudimentaire chez la Baleine qui n'a pas de membres postérieurs.

Marche. — L'Homme est le seul Mammifère pourvu de la *station droite;* à l'état de repos, ses membres sont dirigés parallèlement à l'axe longitudinal du corps. — Les Singes ont une *station oblique*.

La plupart des autres ont une *station horizontale :* leur colonne vertébrale est parallèle à la surface du sol et leurs membres sont perpendiculaires à cette direction (Chien, Porc, Cheval) ; la face palmaire du membre antérieur et la face plantaire du pied sont parallèles au sol.

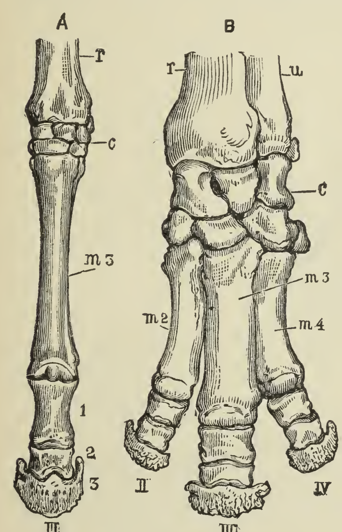


FIG. 88. — Extrémité d'un membre : A. Cheval; B. Rhinocéros. — *r*, radius; *u*, cubitus; *c*, carpe; m_2 à m_4, os métacarpiens ; II à IV, doigts.

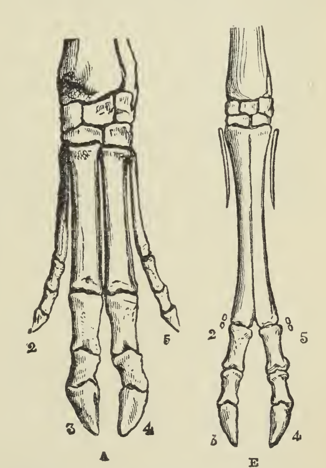


FIG. 89. — Extrémité d'un membre : A, Porc. E, Mouton.

Les variations de position des membres, qui caractérisent la marche, dépendent du nombre d'extrémités qui portent à la fois sur le sol.

La marche de l'Homme comprend : un temps court de *double appui*, et un temps plus long d'*appui unilatéral* (à droite, puis à gauche).

La marche des Mammifères, qui reposent par 4 extrémités sur le sol, est caractérisée par un temps court de *quadruple appui*, auquel succède un temps de *double appui* des extrémités antérieure gauche et postérieure droite, puis des extrémités antérieure droite et postérieure gauche.

Préhension. — Le membre antérieur de l'Homme se termine par une

main : organe dont le pouce est opposable aux autres doigts; cette disposition lui permet de saisir les objets.



Fig. 90. — Sarigue (long. 0m,50)

L'Homme a deux mains; il est *bimane*. Le Singe a 4 mains; il est *quadrumane*.

Course. — Les meilleurs coureurs sont *digitigrades*, c'est-à-dire qu'ils reposent sur le sol par tout ou partie des doigts [Lion, Cheval (fig. 87)], et non sur toute la plante du pied comme l'Homme et l'Ours qui sont *plantigrades*.

Les modifications survenues chez les Mammifères coureurs portent principalement sur le nombre de leurs doigts.

La forme primitive du membre y est pentadactyle (5 doigts); on la retrouve à peu près intacte chez les **Onguiculés** (pourvus d'ongles ou de griffes); chez les **Ongulés** (pourvus de sabots), cette forme se simplifie par la suppression des doigt dans le même ordre : d'abord le pouce 1, puis les doigts 5, 2, 4. Chez le Cheval, le doigt 3 subsiste seul.



Fig. 91. — Taupe (long. 0m,10).

En même temps que le nombre des doigts diminue, ceux qui persistent s'allongent, le pied se dresse peu à peu, de telle sorte que, chez le Cheval par exemple, la dernière phalange seule s'applique sur le sol ; cet animal, haut perché sur pattes, non gêné par un grand nombre de doigts, peut chercher l'herbe dont il se norritn, courir et fuir devant le danger.

Les Ongulés se divisent en : *Périssodactyles* à nombre impair de doigts et *Artiodactyles* dont le nombre des doigts est pair.

Le pied des *Périssodactyles* présente un plan de symétrie passant par le milieu du 3e doigt ; aussi ce 3e doigt est-il plus développé que les doigts 2 et 4, eux-mêmes plus grands que les doigts 1 et 5.

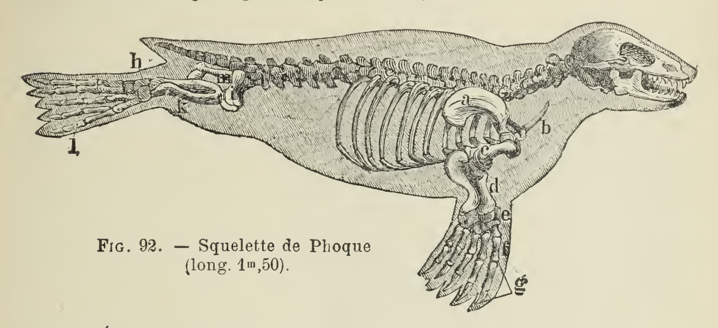


Fig. 92. — Squelette de Phoque (long. 1m,50).

Chez l'Éléphant, le pied comprend encore les cinq doigts ; le Rhinocéros n'a plus que trois doigts, II, III, IV (fig. 88, B) ; le Cheval possède seulement le doigt médian, III (fig. 88, A).

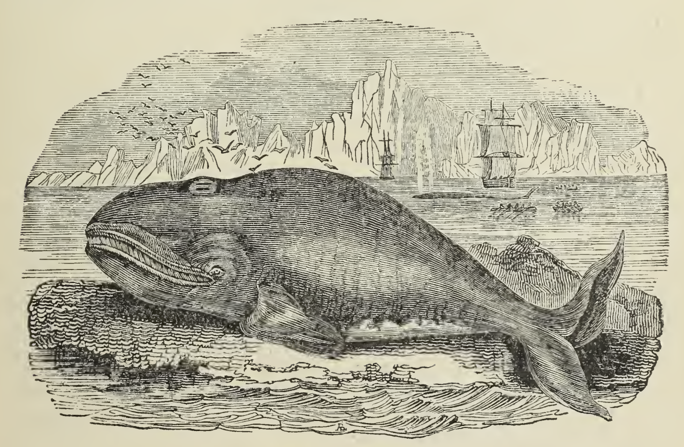


Fig. 93. — Baleine franche (long. 18m).

Le pied des *Artiodactyles* présente un plan de symétrie passant entre le 3e et le 4e doigt ; ces deux doigts égaux sont plus longs que les doigts 2 et 5 ; le pouce est atrophié.

Le Porc possède ainsi quatre doigts (fig. 89, A) et les os du métacarpe et du métatarse sont libres. — Chez le Mouton (fig. 89, E), les doigts 2 et 5 sont réduits à de faibles stylets qui ont totalement disparu chez le Bœuf et le Chameau.

Saut. — Les Mammifères sauteurs [la Sarigue (fig. 91), l'Écureuil] ont les membres postérieurs et la queue très développés; au repos, ils se tiennent assis, soutenus en quelque sorte par un trépied.



Fig. 94. — Martinet (long. 0m,15).

Vol. — Les Chauves-souris (fig. 146), adaptées à la locomotion aérienne présentent un grand développement des membres antérieurs; les doigts y sont très allongés (sauf le pouce) et réunis par une membrane légère qui s'étend aux membres postérieurs et à la queue.

Cette membrane fait office d'aile et de parachute; les muscles moteurs des membres antérieurs s'insèrent largement sur le sternum pourvu d'une crête saillante.

Fouissage. — La Taupe creuse des galeries souterraines (fig. 143) à l'aide de ses membres antérieurs; ceux-ci, beaucoup plus développés que les postérieurs, sont disposés comme 2 palettes inclinées de chaque côté du corps (fig. 91), pour rejeter la terre en arrière pendant leur travail.

Natation. — Le Phoque (fig. 92) et la Baleine (fig. 93) sont des Mammifères aquatiques; toutefois le premier se maintient au repos sur les rivages, tandis que la seconde ne quitte jamais l'eau; la Baleine, *mieux adaptée* que le Phoque à la vie aquatique, a le corps plus nettement fusiforme, terminé par une nageoire horizontale sans squelette osseux.

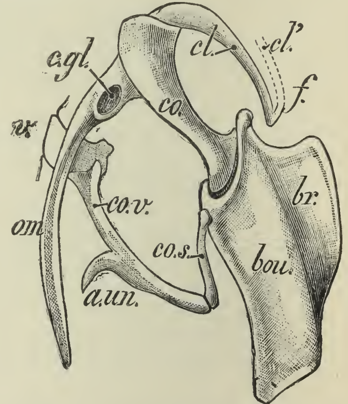


Fig. 95. — A, ceinture scapulaire du Faucon et partie du tronc. *om*, omoplate; *co*, coracoïde; *cl*, *cl'*, clavicules dont la réunion forme la fourchette, *f*; *bou*, *br*, bouclier et bréchet du sternum; *v*, l'une des vertèbres; *co.v*, vraie côte; *co.s*, côte sternale.

Chez le Phoque, on trouve 4 membres; la Baleine n'a que les 2 membres antérieurs et un rudiment de ceinture pelvienne non visible au dehors. Chez l'un et l'autre type, les membres sont des palettes natatoires planes, terminées par 5 doigts que réunit une membrane; les membres antérieurs seuls font office de nageoires, car les membres postérieurs du Phoque, déjetés en arrière, lui servent de gouvernail.

OISEAUX. — Les Oiseaux *volent* (fig. 94), sauf quelques espèces (Manchot). Leur corps est adapté remarquablement à la locomotion aérienne : le tronc, formant carène en avant, repose obliquement sur les membres postérieurs verticaux ; les *membres antérieurs*, *transformés en ailes*, ont des mouvements latéraux étendus et variés ; la tête est légère ; la queue courte, servant de gouvernail, est garnie de fortes plumes (rectrices).

Les os du squelette sont creux et communiquent avec les sacs aériens (page 49). Les vertèbres sont peu mobiles dans la région dorsale, soudées dans les régions lombaire et sacrée. Les côtes, *co.v* (fig. 95), appuyées sur la colonne vertébrale, sont reliées par des côtes sternales, *co.s*, au sternum composé d'un *bouclier, bou*, et d'une forte crête saillante appelée *bréchet, br*.

Le membre antérieur repose sur les côtes et le sternum par une solide ceinture scapulaire : l'omoplate, *om*, est longue et étroite, soudée à un *os coracoïdien*, *co*, qui s'articule avec le sternum ; les 2 clavicules soudées forment la *fourchette*, *f*, située en avant du cou.

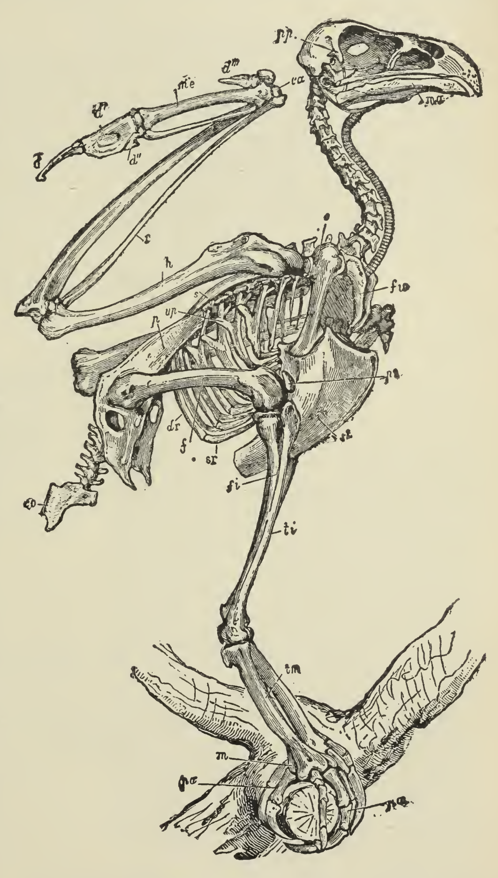


Fig. 96. — Squelette d'Oiseau (Aigle). *ma*, maxillaire inférieur ; *dr*, vraie côte ; *up*, apophyse uncinée ; *sr*, côte sternale ; *st*, sternum ; *fu*, fourchette ; *e*, coracoïde ; *s*, omoplate ; *h*, humérus ; *r*, cubitus et radius ; *ca*, carpe ; *mé*, métacarpe ; *d* à *d'''*, doigts ; *f*, fémur ; *ti*, tibia ; *tm*, métatarse ; *pa*, phalanges des orteils.

Humérus, cubitus et radius sont très allongés chez les *Oiseaux bons voiliers ;* 3 doigts plus ou moins atrophiés terminent le membre (fig. 96).

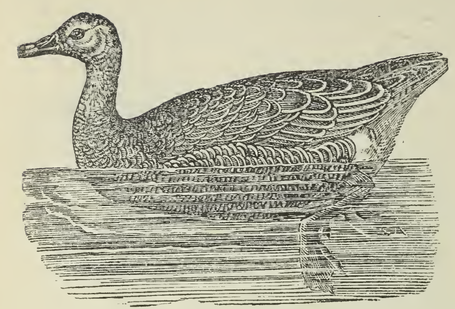


Fig. 97. — Oie (haut. 0m,50).

Des plumes (*rémiges* et *tectrices*) sont insérées sur toute la partie libre du membre antérieur, et constituent une vaste surface d'appui sur l'air, quand l'animal a les ailes déployées.

Les muscles moteurs des ailes s'insèrent sur le sternum.

Le membre postérieur présente un bassin ouvert en avant; la partie libre en est très allongée chez les Échassiers [Héron (fig. 165), Cigogne] et chez l'*Autruche*, *Oiseau essentiellement coureur.*

Les doigts, au nombre de 4 en général, sont dirigés : 3 en avant, 1 en arrière, chez la plupart des Oiseaux ; 2 en avant, 2 en arrière, chez les *Grimpeurs* (Perroquet) où la patte est aussi un organe de préhension ; l'Autruche n'a que 2 doigts.

Les *Oiseaux aquatiques* ont les doigts reliés par une membrane (*pattes palmées*, fig. 97).

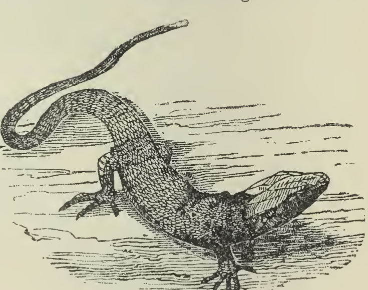


Fig. 98. — Lézard (long. 0m,10).

REPTILES. — Ces animaux *rampent*, c'est-à-dire que leurs membres

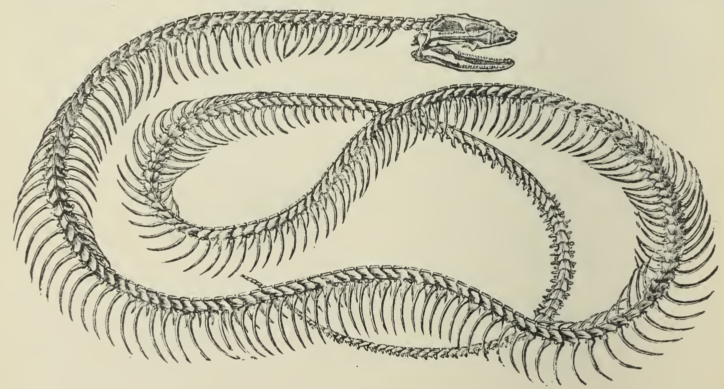


Fig. 99. — Squelette de Serpent.

(quand ils en sont pourvus), courts et déjetés sur les côtés, ne peuvent

soulever le corps dont la face ventrale porte sur le sol (fig. 98).

Les Serpents, qui n'ont ni membres ni sternum (fig. 99), se déplacent grâce aux mouvements ondulatoires qu'ils effectuent.

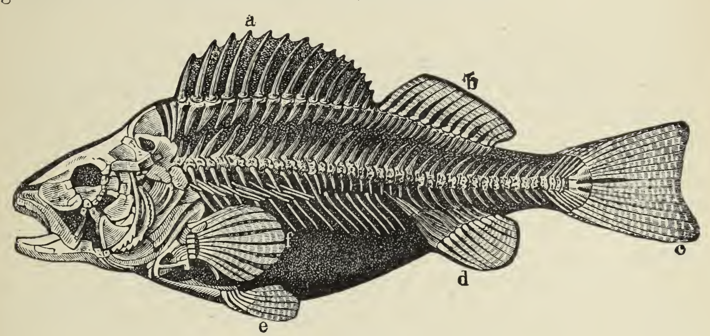


Fig. 100. — Squelette de la Perche.

POISSONS. — Les Poissons *nagent*. Leur corps fusiforme, comprimé latéralement, porte des *nageoires* qui lui permettent de se déplacer dans l'eau (fig. 100).

Les nageoires sont de 2 sortes : 1° les *nageoires paires* comprenant 2 *nageoires pectorales*, *f*, et 2 *nageoires abdominales*, *e*, insérées sur les côtés du corps [elles représentent les membres]; 2° les *nageoires impaires*, situées dans le plan de symétrie du corps et comprenant : 1 *nageoire dorsale*, *a*,*b*; 1 *nageoire caudale*, *c*, formant la queue; 1 *nageoire anale*, *d*, placée en arrière de l'anus).

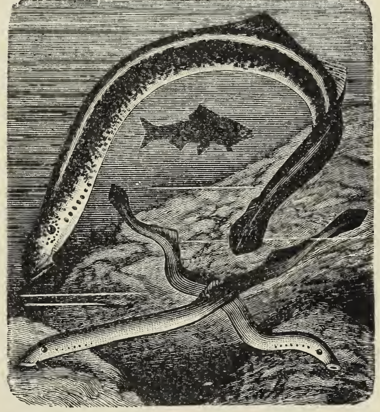


Fig 101 — Lamproie (long. 0m,40).

L'Anguille possède 2 nageoires thoraciques seulement et les nageoires impaires soudées en une nageoire médiane unique. La Lamproie (fig. 101) n'a que des nageoires impaires.

Les nageoires sont soutenues par des rayons qui prennent leur point d'appui : sur les ceintures scapulaire et pelvienne, pour les nageoires paires; sur d'autres rayons en rapport avec les apophyses épineuses des vertèbres, pour les nageoires impaires.

C'est grâce aux mouvements des nageoires, combinés avec la flexion de la queue et les variations de volume de la vessie natatoire, que les Poissons peuvent se déplacer dans l'eau suivant toutes les directions.

III. ORGANES DES SENS

On appelle **organes des sens** des groupes de cellules particulières chargées de recevoir, du milieu extérieur, des *impressions* conduites par les nerfs aux centres nerveux; les impressions, travaillées par ces centres nerveux, y sont transformées en *sensations*.

Nous percevons 5 sortes de **sensations** spéciales : le *toucher*, le *goût*, l'*odorat*, l'*ouïe* et la *vue*. Chaque sens est desservi par un organe particulier.

Les **organes des sens** sont : la *peau*, organe du toucher; la *langue*, organe du goût; le *nez*, organe de l'odorat; l'*oreille*, organe de l'ouïe; l'*œil*, organe de la vue.

1° **Organe du toucher**. — *La* **peau** (fig. 69) *est l'organe du toucher*.

Elle comprend : l'*épiderme*, *Ep*, à l'extérieur; le *derme* profond, *De*, séparé de l'épiderme par une surface ondulée.

L'**épiderme** se divise en deux couches :

1° la *couche de Malpighi*, *co.M*, composée de cellules vivantes en voie de multiplication rapide, qui est au contact du derme;

2° la *couche cornée*, *co.c*, formée de cellules mortes.

Ces cellules, qui faisaient antérieurement partie de la couche de Malpighi, ont été repoussées par les cellules plus jeunes vers la surface de la peau et se sont peu à peu desséchées; elles se détachent sous forme de pellicules blanches. — La couche de Malpighi a émis dans le derme de nombreux bourgeons qui se sont transformés en glandes sudoripares ou sébacées, en poils, en ongles, etc.

Le **derme** est formé de tissu conjonctif dans lequel courent les vaisseaux sanguins, *ar*, *ve*, et les filets nerveux, *f.n*.

Il forme, du côté de l'épiderme, des saillies ou *papilles*, qui sont de 2 sortes : les *papilles vasculaires sanguines*, *p.v*, renfermant les capillaires destinés à nourrir la couche de Malpighi; les *papilles nerveuses* qui renferment les *corpuscules du tact*, *c.t*, très abondants au bout des doigts.

A chaque corpuscule du tact, *A*, *A'* (fig. 102), aboutit une fibre nerveuse ramifiée, *n*, terminée par des renflements engagés entre des cellules de soutien, *c.s*. Ces éléments sont chargés de

Tableau IX. Organes des sens.

Définition. — Les **organes des sens** reçoivent des *impressions* conduites par les nerfs aux centres nerveux.

I. Toucher.
- Organe : *Peau.*
- Peau..
  - *Épiderme :*
    - Couche cornée (morte).
    - Couche de Malpighi (vivante).
  - *Derme :*
    - Papilles vasculaires sanguines.
    - — nerveuses (*Corpuscules du tact*).

II. Goût....
- Organe principal : *Langue* (dans la bouche).
- Langue.
  - Papilles linguales : *Nerfs glosso-pharyngien* et *lingual* (reçoivent les impressions gustatives : *saveur* sucrée ou salée).

III. Odorat..
- Organe : *Nez* (au milieu de la face).
- Nez...
  - 2 cavités nasales avec cornets, tapissées par la *muqueuse pituitaire.*
  - *Nerf olfactif* reçoit les impressions odorantes.

IV. Ouïe.....
- Organe : *Oreille* (dans l'os temporal)
- Oreille.
  - *externe.*
    - *Pavillon* et *Conduit auditif externe.*
    - Recueille les vibrations de l'air.
  - *moyenne*
    - *Membrane du tympan.* — *de la fenêtre ovale.* — *de la fenêtre ronde.* } *Chaîne des osselets*
    - *Trompe d'Eustache* (s'ouvre dans la cavité du nez).
    - Fonctions.
      - Vibrations transmises de la membr. du tympan à celle de la fenêtre ovale.
      - Pression atmosph. dans l'or. moy. par la trompe d'Eust.
  - *interne*
    - *Labyrinthe osseux* avec périlymphe.
    - — *membraneux* avec endolymphe.
    - Transmission des vibrations par la péri- et l'endolymphe au *nerf acoustique.*

V. Vue......
- Organe : *Œil.* Organes accessoires.
  - Paupières. Cils. Sourcils.
  - Appareil lacrymal. Muscles.
- Œil
  - *Membranes.*
    - *Sclérotique ;* en avant *cornée transparente.*
    - *Choroïde ;* en avant *région ciliaire* et *iris.*
    - *Rétine* (épanouissement du *nerf optique*).
  - *Milieux transparents.*
    - *Cornée transparente* en avant ; puis *humeur aqueuse ;* puis *cristallin ;* enfin *corps vitré.*
  - Fonctions.
    - **L'œil est un instrument d'optique.**
    - *Iris* règle la quantité de lumière admise dans l'œil.
    - *Cristallin* et *région ciliaire* accommodent l'œil aux distances.
    - **L'œil est un appareil sensible.**
    - *Rétine* perçoit les images des objets (forme, couleur, etc.).

recueillir les impressions de *contact*, de *température* ou de *pression* que produisent les objets extérieurs sur la peau ; les nerfs, *n*, conduisent ces impressions aux centres nerveux qui les travaillent.

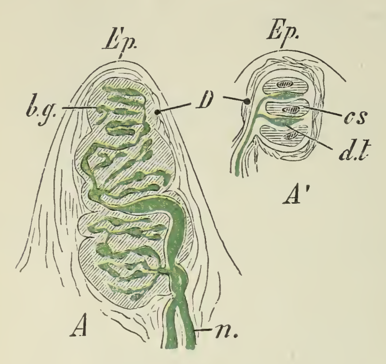


Fig. 102. — Terminaisons nerveuses tactiles. *A*, corpuscule du tact situé dans le derme D; *n*, nerf et ses ramifications. — *A*; *d.t*, disque tactile; *c.s*, cellule de soutien.

2° **Organe du goût**. — *La* langue *est l'organe principal du goût*. C'est une masse musculaire, amincie en avant et sur les côtés (fig. 103), épaisse au milieu, se continuant en arrière jusqu'à l'épiglotte, *Ep* (fig. 14); la membrane muqueuse qui la recouvre présente de nombreuses saillies appelées *papilles linguales*. Les plus importantes de ces papilles (*papilles caliciformes, p.c*) forment par leur ensemble, sur le dos de la langue, un V dont

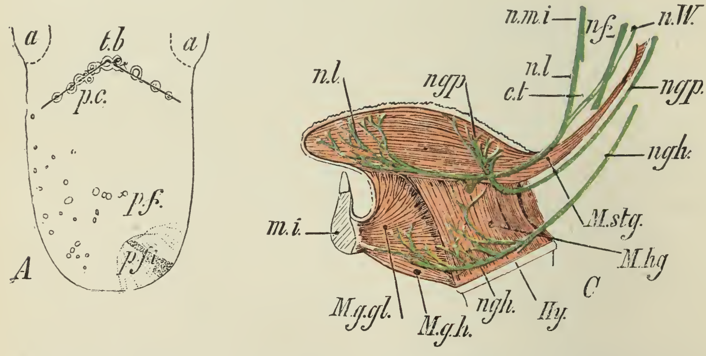


Fig. 103. — Langue *A*, face supérieure avec les papilles caliciformes, *p.c*, formant un V. — *C*, muscles et nerfs de la langue : *m i*, maxillaire inférieur; *Hy*, os hyoïde ; *M.g.gl*, muscle génio-glosse ; *M.g.h*, muscle génio-hyoïdien ; *Mgh*, muscle hyoglosse ; *n.mi*, nerf maxillaire inférieur émettant le nerf lingual, *n l*; *n.g.p*, nerf glosso-pharyngien ; *n.gh*, nerf grand hypoglosse.

le sommet est dirigé en arrière. Aux papilles linguales, aboutissent les terminaisons des nerfs *glosso-pharyngien*, *n.g.p*, et

lingual, n.l, qui recueillent les *impressions gustatives* et les conduisent à l'encéphale.

Pour qu'un objet introduit dans la bouche *soit sapide* (c'est-à-dire donne une impression gustative), *il faut qu'il se dissolve dans la salive;* la dissolution obtenue agit sur les terminaisons nerveuses, sur celles des papilles caliciformes principalement.

Les seules impressions vraiment gustatives nous sont données par les corps ayant une *saveur sucrée* ou *amère*.

3° **Organe de l'odorat.** — *Le* nez *est l'organe de l'odorat.* Il occupe le milieu du visage; deux orifices situés à sa base, les *narines*, *Or* (fig. 104), permettent à l'air de pénétrer dans les 2 *cavités nasales* qui communiquent avec le pharynx, en arrière, par les *fosses nasales postérieures*, *f. n. p.* Voir fig. 8.)

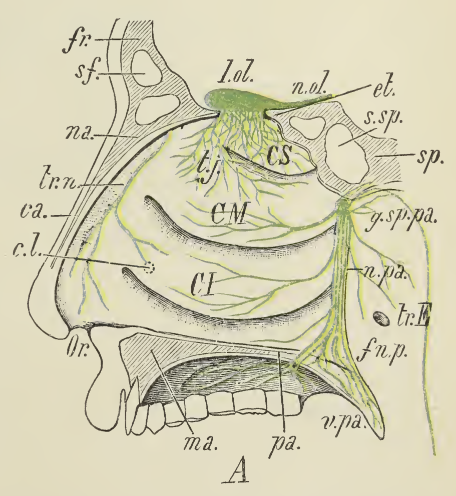


Fig. 104. — Nez. *f.r*, os frontal; *na*, os nasal; *et*, ethmoïde; *sp*, sphénoïde; *ma*, maxillaire supérieur; *pa*, palatin; *v.pa*, voile du palais. *Or*, orifice antérieur du nez; *f.n.p*, fosses nasales postérieures; *tr.E*, orifice de la trompe d'Eustache; *CS*, *CM*, *CI*, cornets du nez; *l.ol*, *n.ol*, lobe et nerf olfactif

Les cavités nasales, séparées par la cloison médiane du nez, sont isolées de la bouche par la voûte du palais, *pa;* la paroi latérale de chacune d'elles porte 3 replis appelés *cornets* (*CS*, *CM*, *CI*) qui en augmentent la surface.

Une muqueuse, dite *membrane pituitaire*, tapisse les cavités nasales; elle est toujours humide et riche en vaisseaux sanguins; elle reçoit des terminaisons nerveuses, principalement celles du *nerf olfactif*, *n.ol*, qui recueillent les *impressions odorantes* et les portent à l'encéphale.

L'air inspiré par le nez se sature d'humidité et s'échauffe avant de pénétrer dans les poumons; il abandonne sur la muqueuse

pituitaire la plupart des poussières et les *particules odorantes* qu'il tient en suspension ; *ces particules, dissoutes dans le liquide pituitaire,* agissent sur les terminaisons du nerf olfactif.

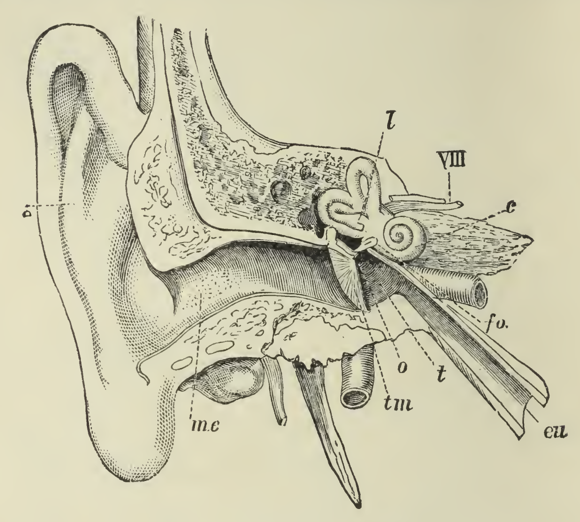


Fig. 105. — Oreille de l'Homme

4° **Organe de l'ouïe.** — *L'*oreille *est l'organe de l'ouïe* (fig. 105). Elle comprend 3 parties : 1° l'*oreille externe,* qui recueille les vibrations sonores; l'*oreille moyenne,* qui renforce ces vibrations; 3° l'*oreille interne*, qui reçoit les *impressions auditives* et les transmet par le *nerf acoustique* à l'encéphale.

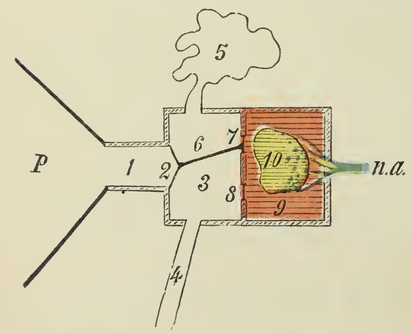


Fig. 106. — Figure théorique de l'oreille de l'Homme. — Oreille externe : *P* pavillon ; 1, conduit auditif externe. — Oreille moyenne : 2, membrane du tympan ; 3, caisse du tympan ; 4, trompe d'Eustache ; 6, chaîne des osselets ; 7, membrane de la fenêtre ovale ; 8, membrane de la fenêtre ronde. — Oreille interne : 9, périlymphe contenue dans le labyrinthe osseux ; 10, labyrinthe membraneux rempli d'endolymphe avec des otolithes en suspension ; *n.a*, nerf auditif.

Nous décrirons brièvement cet appareil compliqué, fort délicat, abrité dans une partie dure de l'os temporal appelée *rocher*.

L'**oreille externe** est formée du *pavillon*, *P* (fig. 106), et du *conduit auditif* externe (1) fermé en dedans par la membrane du *tympan* (2).

L'**oreille moyenne**, ou *caisse du tympan* (3), est une cavité osseuse en rapport avec les fosses nasales postérieures par la

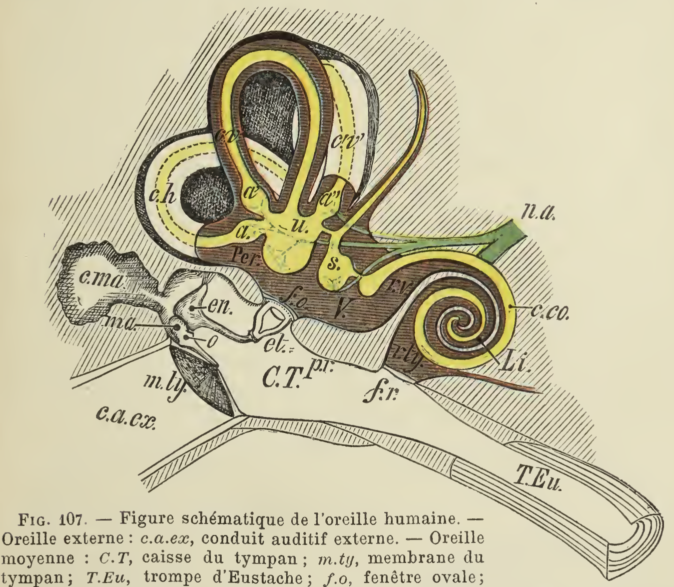


Fig. 107. — Figure schématique de l'oreille humaine. — Oreille externe : *c.a.ex*, conduit auditif externe. — Oreille moyenne : *C.T*, caisse du tympan ; *m.ty*, membrane du tympan ; *T.Eu*, trompe d'Eustache ; *f.o*, fenêtre ovale ; *f.r*, fenêtre ronde ; *ma*, marteau ; *en*, enclume ; *et*, étrier. — Oreille interne : *V*, vestibule ; *c.h*, *c.v*, *c'.v'*, canaux semi-circulaires ; *Li*, limaçon ; *Per*, périlymphe remplissant le labyrinthe osseux. — Labyrinthe membraneux représenté en jaune *c.co*, canal cochléaire ; *s*, saccule ; *u*, utricule ; *n.a*, nerf auditif et ses ramifications

trompe d'Eustache (4) qui s'y ouvre en *tr.E* (fig. 104). La paroi de la caisse du tympan est percée : d'un orifice antérieur que ferme la membrane du tympan ; de 2 orifices postérieurs appelés *fenêtre ovale* (7) et *fenêtre ronde* (8) ; ces 2 fenêtres sont fermées par les membranes du même nom. Une suite de petits os, dite *chaîne des osselets* (6), est tendue entre la membrane du tympan et celle de la fenêtre ovale. La caisse du tympan est pleine d'air.

L'**oreille interne** ou *labyrinthe osseux* (fig. 107) contient un

liquide [*périlymphe* (9)], dans lequel est en suspension le *labyrinthe membraneux* (10); ce dernier est rempli d'un autre liquide appelé *endolymphe*. L'endolymphe contient en suspension des granulations solides (*otoconies*) capables de se mouvoir en présence de cellules ciliées, auxquelles aboutissent les terminaisons du *nerf acoustique, n.a.*

Les diverses parties qui composent le labyrinthe osseux (fig. 107) sont: le *vestibule, V*, les *canaux semi-circulaires, c. v, c'. v', c.h*, et le *limaçon, Li.* — Dans la périlymphe est contenu le labyrinthe membraneux composé : 1° du *saccule, s*, en communication avec le *limaçon membraneux, c.co;* 2° de l'*utricule, u*, en rapport avec les *canaux semi-circulaires membraneux.*

Rôle fondamental de l'oreille. — Tout corps qui émet un *son* est dit en vibration; l'air qui entoure ce corps est lui-même ébranlé et vibre.

Les vibrations de l'air, recueillies par le pavillon de l'oreille, sont transmises par le conduit auditif externe à la membrane du tympan. Celle-ci agit sur la chaîne des osselets qui ébranle la membrane de la fenêtre ovale. La périlymphe, mise par suite en mouvement, communique ses vibrations à l'endolymphe par la paroi du labyrinthe membraneux; les otoconies impressionnent les cellules ciliées voisines; le nerf acoustique recueille ainsi les *impressions auditives* qu'il conduit à l'encéphale.

5° **Organe de la vue**. — *L'œil est l'organe de la vue.* Sa délicatesse extrême exige qu'il soit protégé spécialement. Nous étudierons *l'œil* d'abord, puis son *appareil protecteur.*

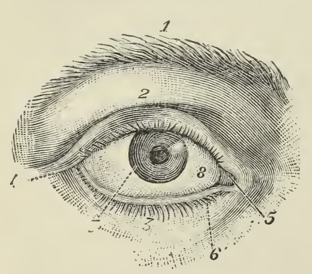


Fig. 108. — Œil. 1, sourcil; 2, 3, paupières; 5, caroncule; 6, cils; 7, iris et pupille; 8, sclérotique.

A. *DE L'OEIL.* — L'œil est une sphère (fig. 108) logée dans une cavité latérale de la face, appelée *orbite;* il est composé de **membranes** et de **milieux transparents.**

Les **membranes** de l'œil sont de dehors en dedans :

1° La *sclérotique, scl* (fig. 109), blanche, fibreuse et résistante; elle est percée en arrière d'un orifice pour le passage du *nerf optique, n.o;* en avant, elle se prolonge par la *cornée transparente* plus bombée, *co.*

2° La *choroïde, ch*, sillonnée de nombreux vaisseaux sanguins et fortement colorée en noir (comme l'intérieur des chambres noires usitées en photographie). En avant, la choroïde se continue par une région musculaire (*région ciliaire, ci*) et par l'*iris*, *I*.

L'iris est un diaphragme musculaire transversal (fig. 108), percé en son milieu d'un trou appelé *pupille*. Les fibres musculaires lisses de l'iris sont : les unes *radiées*, les autres *circulaires* : en se contractant, les premières agrandissent la pupille, les secondes la rétrécissent.

Fig. 109. — Coupe de l'œil : *scl*, sclérotique ; *ch*, choroïde ; *r*, rétine ; *ci.l*, *ci.c*, région ciliaire de la choroïde ; *co*, cornée transparente recouverte par la membrane conjonctive *ep* ; *h.a*, humeur aqueuse ; *I*, iris et la pupille *p* ; *cr*, cristallin ; *l.s*, ligament suspenseur ; *m.hy*, membrane hyaloïde ; *n.o*, nerf optique ; *r*. rétine ; *p.a*, point aveugle ; *t.j*, tache jaune.

3° La *rétine*, *r*, *membrane fondamentale et sensible de l'œil*. Elle résulte de l'épanouissement du nerf optique et forme une coupe dont le bord, *o.o*, est dirigé en avant.

La rétine présente, au point où la rencontre l'axe antéro-postérieur de l'œil, une petite fossette appelée *tache jaune, t.j*, *région visuelle proprement dite* ; on appelle *point aveugle*, *p.a*, la région où le nerf optique s'épanouit dans l'œil.

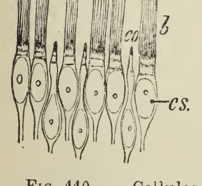


Fig. 110. — Cellules impressionnables de la rétine avec cônes, *co*, et bâtonnets, *b*.

Les éléments rétiniens sensibles à l'action de la lumière sont des cellules à *cônes* et des cellules à *bâtonnets* (fig. 110), orientées du côté de la choroïde et en connexion avec les cellules nerveuses qui forment la rétine.

Les **milieux transparents** de l'œil sont, d'avant en arrière :

1° la *cornée transparente, co* ; 2° l'*humeur aqueuse, ha*, comprise entre la cornée et l'iris ; 3° le *cristallin, cr*, lentille biconvexe logée en arrière de l'iris [la face antérieure de cette lentille a une courbure variable sous l'influence de la

région ciliaire]: 4° le *corps vitré*, *c.v*, substance qui remplit toute la coupe formée par la rétine en arrière du cristallin.

Rôle fondamental de l'œil. — *L'œil est une sorte de chambre photographique.* Les rayons lumineux provenant des objets extérieurs traversent les milieux transparents de cet organe, suivant les lois de la réfraction ; la face antérieure du cristallin varie de courbure et s'accommode à la distance des objets, dont les images se forment toujours sur la rétine (*tache jaune*).

Les éléments rétiniens sensibles sont affectés par la lumière; les impressions qui en résultent sont portées à l'encéphale qui les travaille et les transforme en *sensations visuelles*.

L'œil perçoit non seulement *la lumière,* mais encore les *couleurs* dont sont parés les objets.

Certaines personnes peuvent ne pas apprécier toutes les couleurs [la couleur rouge le plus souvent]; cette infirmité s'appelle *daltonisme*.

Vision à l'aide d'un œil; vision à l'aide des deux yeux. — Quand on ferme un œil, on ne saisit avec l'autre que la forme des objets et non leur position relative dans l'espace; cette dernière appréciation est due à ce que les deux yeux reçoivent simultanément des images différentes du même objet vers lequel ils convergent.

B. *APPAREIL PROTECTEUR DE L'OEIL.* — **Orbites. — Paupières. — Cils. — Sourcils.** — L'œil est protégé par la *cavité orbitaire* où il repose sur un coussinet graisseux; ce coussinet est traversé par les nerfs, les vaisseaux et les muscles moteurs, aboutissant à l'œil.

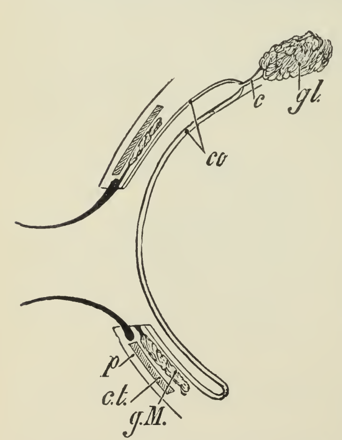


Fig. 111. — Paupières vue en coupe. *p*, paupière inférieure; *c.t*, cartilage; *g.M*, glandes de Meibomius ; *co*, membrane conjonctive; *gl*, glande lacrymale et l'un de ses canaux excréteurs, *c*.

En avant, cet organe est recouvert par les 2 *paupières*, *p* (fig. 111), mobiles de manière à protéger l'œil pendant le sommeil.

Les paupières sont tapissées, sur leur face postérieure, par une *membrane conjonctive* très délicate, *co*, qui s'étend de l'une à l'autre, et passe devant la cornée où elle devient transparente.

Les bords des paupières portent de longs poils ou *cils*, humectés constamment par la sécrétion de glandes sébacées (*glandes de Meibomius, g.M*) : les cils arrêtent les poussières de l'air.

Au-dessus des yeux sont les *sourcils,* arcades de poils dont le but est d'arrêter et de faire couler sur les tempes la sueur du front.

Appareil lacrymal. — Dans l'angle supérieur et externe de chaque cavité orbitaire se trouve une *glande lacrymale, g.l* (fig. 112), sécrétant les larmes; ce liquide clair est amené par des canaux excréteurs, *c* (fig. 111), dans le repli supérieur formé par la conjonctive. Les larmes humectent toute la conjonctive; une partie s'en évapore; l'excès s'en écoule par 2 petits orifices, *o*, situés au bord interne des paupières, dans le *canal lacrymal, cl;* celui-ci débouche dans la cavité nasale correspondante.

Les larmes sont retenues d'ordinaire, par le rebord des paupières; lorsqu'elles sont produites en grande abondance, lors d'une vive émotion, elles débordent et coulent sur les joues.

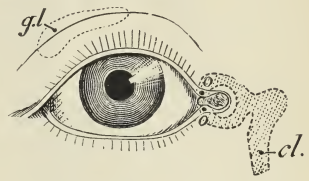


Fig. 112. — Appareil lacrymal. *g.l*, glande lacrymale; *o,o*, points lacrymaux; *c.l*, canal lacrymal débouchant dans le méat inférieur droit du nez.

Muscles *de l'œil.* — L'œil est capable de mouvements variés dans la cavité orbitaire. La tête demeurant immobile, l'axe de l'œil peut être orienté vers tous les points de l'espace où la face est tournée; cette orientation est obtenue par le jeu combiné de 6 *muscles moteurs* insérés sur la sclérotique d'une part et sur la paroi orbitaire d'autre part.

De la Phonation. — La **phonation** est une fonction par laquelle les animaux aériens entrent plus facilement en relation; cette fonction est accomplie par l'**appareil vocal.**

L'Homme est capable d'émettre des *sons simples* (*voix*) comme un certain nombre de Vertébrés aériens; il a, en outre, l'avantage de pouvoir *articuler des sons* (*parole*).

Son appareil vocal comprend : 1° le *larynx* ou appareil d'émission de la voix; 2° des *cavités accessoires* (pharynx, bouche, nez) destinées à l'articulation des sons.

Larynx. — Cet appareil occupe la partie supérieure de la trachée-artère (fig. 38); il résulte d'une modification des anneaux devenus les cartilages du larynx [*cartilage thyroïde, th; cartilage cricoïde, cr; 2 cartilages aryténoïdes, ar* (fig. 113)]. La cavité de ce tube s'ouvre dans le pharynx, en haut, par un orifice triangulaire situé à la base de la langue; à ce niveau et en avant se trouve l'*épiglotte, ép* (fig. 114).

L'air accède du pharynx dans le vestibule, *v'*, puis dans le ventricule, *v*, et la trachée-artère, *T.a.* Le ventricule est limité : en haut par les *cordes vocales supérieures, cs;* en bas par les *cordes vocales inférieures, ci.*

Les cordes vocales inférieures limitent une ouverture trian-

gulaire appelée *glotte*, *gl* (fig. 113, *C*). La *voix est due aux*

Fig. 113. — Larynx de l'Homme (à gauche principaux ligaments, à droite principaux muscles antérieurs), *hy*, os hyoïde ; *th*, cartilage thyroïde ; *cr*, cartilage cricoïde; *ar*, cartilages aryténoïdes ; *T.a*, trachée-artère; *gl*, glotte.

vibrations des cordes vocales inférieures, ébranlées par l'air expulsé des poumons.

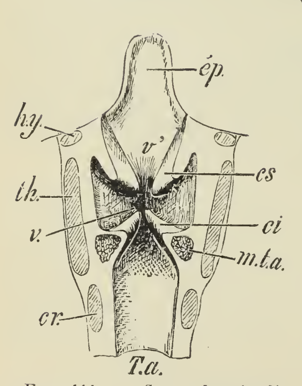


Fig. 114. — Coupe longitudinale du larynx. — *hy*, *th*, *cr*, coupes de l'os hyoïde et des cartilages thyroïde et cricoïde ; *ép*, épiglotte ; *T.a*, trachée-artère ; *cs*, cordes vocales supérieures; *v'*, vestibule ; *ci*, cordes vocales inférieures (formant la *glotte*) ; *v*, ventricule du larynx.

Cartilages. — Le *cartilage thyroïde*, *th* (fig. 113), ouvert en arrière, forme une saillie antérieure appelée *pomme d'Adam;* il est relié par des muscles et des ligaments : à l'os hyoïde, *hy*, en haut; au cartilage cricoïde, *cr*, en bas.

Le *cartilage cricoïde*, *cr* (*A*), est un anneau comparable à une bague dont le chaton situé en arrière, *cr* (*B*), supporte les 2 cartilages aryténoïdes, *ar*.

Les *cartilages aryténoïdes* sont 2 pièces triangulaires faisant face au thyroïde; mobiles autour de leur base sous l'influence de muscles variés, *ils modifient la forme de la glotte* et, par suite, la nature des sons dont l'ensemble forme la voix.

Les **qualités des sons** émis par le larynx [*hauteur*, *intensité* et *timbre*] sont

déterminées par l'état des cordes vocales, la forme du larynx et des cavités accessoires.

La *hauteur* du son est d'autant plus élevée que les cordes vocales sont mieux tendues, plus fines et plus délicates; l'*intensité* dépend de l'amplitude des vibrations des cordes vocales; le *timbre* est modifié par la forme du larynx et des cavités voisines.

Langage articulé. — L'Homme exprime sa pensée à l'aide de *mots*, réunions de syllabes qui comprennent des *voyelles* et des *consonnes*.

L'émission des voyelles *a*, *e*, *i*, *o*, *u*, *ou*, est due à un son simple auquel correspond une forme déterminée de la cavité buccale; les consonnes sont des bruits qui accompagnent l'émission des voyelles (mouvements des lèvres, de la langue et du gosier).

IV. SYSTÈME NERVEUX

Le **système nerveux** *est l'ensemble des organes qui assurent l'harmonie des fonctions accomplies par toutes les parties du corps.*

Il est formé de *tissu nerveux* dont l'élément fondamental est le *neurone*.

Neurone. — Centres nerveux. — Un **neurone** est une *cellule nerveuse* avec toutes ses ramifications (fig. 115).

La cellule, *c.o*, émet une sorte de *panache*, *pa*, formé de prolongements ramifiés ; l'un de ces prolongements, généralement plus grand que les autres, est le *cylindre-axe*, *cy.a*; il présente une arborisation terminale et des ramifications latérales. Le cylindre-axe, ainsi nommé parce qu'il occupe le centre d'une *fibre nerveuse*, y est protégé par une série de cellules, adipeuses ou non, qu'il traverse comme un fil traverse un collier de perles. Les cellules adipeuses protectrices renferment une substance grasse appelée *myéline* : d'où les noms de *fibres nerveuses à myéline* ou *sans myéline*, donnés aux fibres qui forment les *nerfs* par leur réunion.

Fig 115. — Rapports d'une cellule nerveuse sensitive, *c.s*, et d'une cellule nerveuse ordonnatrice, *c.o*; *pa*, pa_1, panaches; *cy.a*, $cy.a_1$, cylindres-axes.

Les prolongements des neurones se terminent au voisinage les uns des autres sans se toucher (fig. 115).

Les **centres nerveux** sont constitués par deux sortes de substance nerveuse : la *substance grise*, formée de cellules ner-

veuses groupées : la *substance blanche*, formée de fibres nerveuses qui relient entre eux les groupes de cellules nerveuses.

Relations des centres nerveux avec les organes. — Acte réflexe. — Certains neurones, *c.s* (fig. 115), sont en relation par leur panache avec les cellules impressionnables de nos organes des sens (cellule tactile, olfactive, rétinienne, etc.); le corps d'un tel *neurone* dit *sensitif* et son cylindre-axe, *cy. a*, sont traversés par l'*influx nerveux* qui parvient à un **centre nerveux**; là, l'impression est transformée en une *sensation*, puis en un *ordre* qui parvient aux panaches de *neurones ordonnateurs*, *c. o*; les cylindres-axes de ces derniers, *cy.* a_1, portent en des points déterminés du corps l'ordre qui leur a été transmis.

Tel est un **acte réflexe**.

Exemple : On se pique le doigt par mégarde; l'*impression*, reçue par les corpuscules tactiles, est portée par une série de neurones (*nerf centripète*) à un centre nerveux qui la travaille (moelle épinière ou encéphale); il en résulte une *sensation* convertie en un *ordre de mouvement* : cet ordre est porté par une autre série de neurones (*nerf centrifuge*) aux muscles chargés, en se contractant, de faire retirer la main.

Tous les phénomènes auxquels participe le système nerveux sont des actes réflexes.

L'étude du système nerveux comprend : 1° l'étude du **système céphalo-rachidien** ; 2° l'examen du **grand sympathique**.

Dans l'un et l'autre cas, nous aurons à considérer :

des *centres nerveux* (moelle épinière, encéphale, ganglions) ;

des *nerfs* ou conducteurs nerveux.

§ I. SYSTÈME CÉPHALO-RACHIDIEN

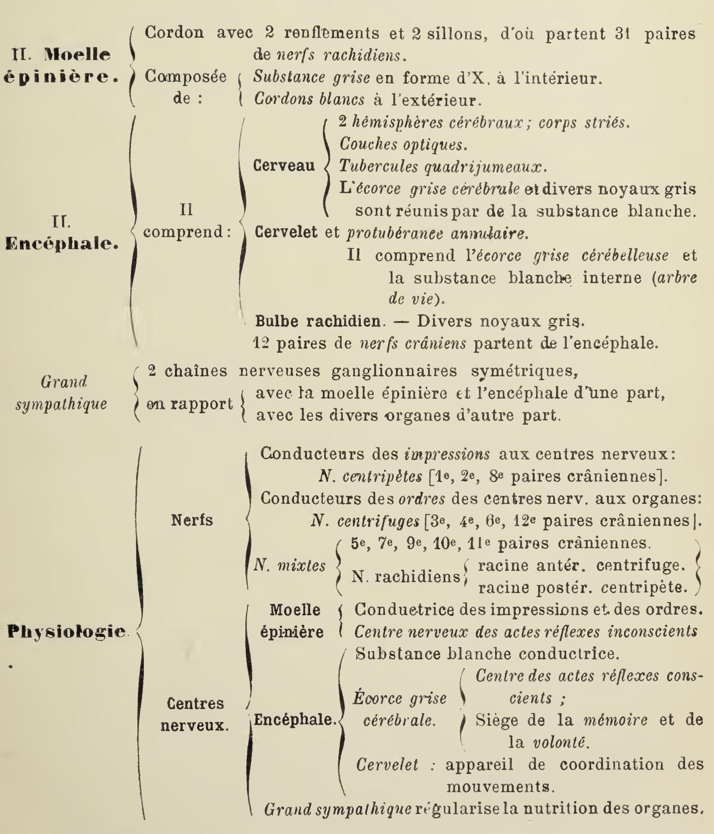
L'axe de ce système est formé de la **moelle épinière** *et de l'***encéphale** (fig. 116).

Des *nerfs rachidiens* naissent de chaque côté de la moelle épinière; des *nerfs crâniens* partent de la face inférieure de l'encéphale.

Organes protecteurs des centres nerveux. — La moelle épinière et l'encéphale sont protégés par une enveloppe osseuse et par des membranes appelées *méninges*.

Tableau X. Système nerveux.

SYSTÈME CÉPHALO-RACHIDIEN
- **Centres nerveux.**
  - **Encéphale** ..... protégés par la boîte crânienne.
  - **Moelle épinière** .. protégés par les *méninges*, le canal rachidien.
  - Ganglions ... — Grand sympathique.
- **Nerfs**
  - *centripètes*.
  - *centrifuges*.
  - *mixtes* .... — Grand sympathique.



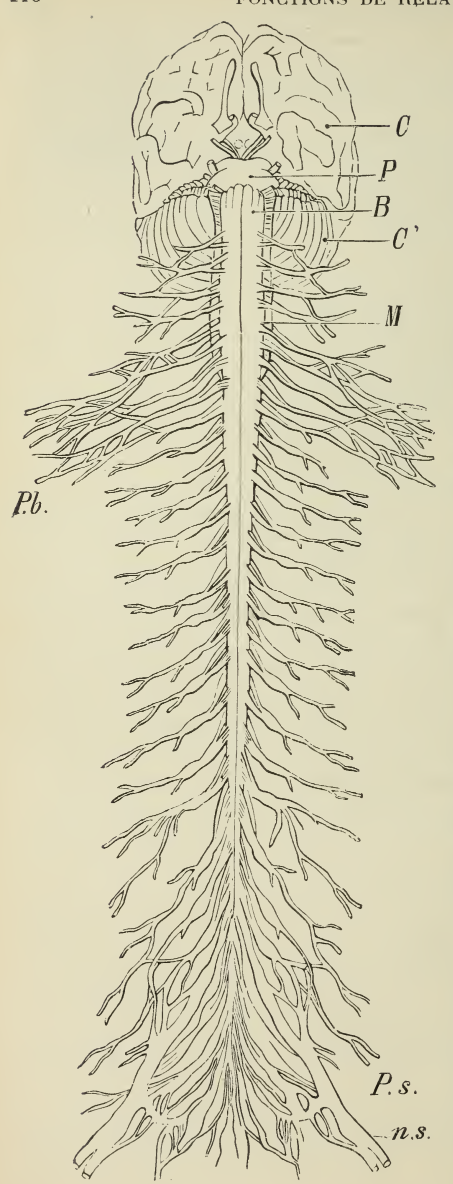
CENTRES NERVEUX

I. Moelle épinière.
- Cordon avec 2 renflements et 2 sillons, d'où partent 31 paires de *nerfs rachidiens*.
- Composée de :
  - *Substance grise* en forme d'X, à l'intérieur.
  - *Cordons blancs* à l'extérieur.

II. Encéphale.
- Il comprend :
  - **Cerveau**
    - 2 *hémisphères cérébraux ; corps striés.*
    - *Couches optiques.*
    - *Tubercules quadrijumeaux.*
    - L'*écorce grise cérébrale* et divers noyaux gris sont réunis par de la substance blanche.
  - **Cervelet** et *protubérance annulaire.*
    - Il comprend l'*écorce grise cérébelleuse* et la substance blanche interne (*arbre de vie*).
  - **Bulbe rachidien.** — Divers noyaux gris.
- 12 paires de *nerfs crâniens* partent de l'encéphale.

Grand sympathique
- 2 chaînes nerveuses ganglionnaires symétriques,
- en rapport
  - avec la moelle épinière et l'encéphale d'une part,
  - avec les divers organes d'autre part.

Physiologie.
- **Nerfs**
  - Conducteurs des *impressions* aux centres nerveux : *N. centripètes* [1e, 2e, 8e paires crâniennes].
  - Conducteurs des *ordres* des centres nerv. aux organes : *N. centrifuges* [3e, 4e, 6e, 12e paires crâniennes].
  - *N. mixtes*
    - 5e, 7e, 9e, 10e, 11e paires crâniennes.
    - N. rachidiens
      - racine antér. centrifuge.
      - racine postér. centripète.
- **Centres nerveux.**
  - **Moelle épinière**
    - Conductrice des impressions et des ordres.
    - *Centre nerveux des actes réflexes inconscients*
  - **Encéphale.**
    - Substance blanche conductrice.
    - *Écorce grise cérébrale.*
      - *Centre des actes réflexes conscients ;*
      - Siège de la *mémoire* et de la *volonté*.
    - *Cervelet :* appareil de coordination des mouvements.
  - *Grand sympathique* régularise la nutrition des organes.



Enveloppes osseuses. — La moelle épinière est abritée dans le *canal rachidien*, formé par l'ensemble des trous des vertèbres. L'encéphale est contenu dans la *boîte crânienne*, qui communique avec le canal rachidien par le trou de l'occipital.

Méninges. — Les *méninges* sont au nombre de 3, de dehors en dedans :

1° La *dure-mère*, fibreuse, qui forme dans la boîte crânienne 2 sillons importants : la *faux du cerveau*, *F, F* (fig. 117) et la *tente du cervelet*, *T*.

La faux du cerveau s'étend d'avant en arrière et partage le cerveau en 2 *hémisphères cérébraux* symétriques, *H*, *H*. La tente du cervelet, perpendiculaire à la faux, sé-

Fig 116. — Système nerveux céphalo-rachidien. — Encéphale : *C*, cerveau ; *C'*, cervelet ; *P*. protubérance annulaire ; — B, bulbe rachidien. — *M*, moelle épinière et les 31 paires de nerfs rachidiens qui s'en détachent ; *P.b*, plexus brachial ; *P.s*, plexus sacré ; *n s*, nerf sciatique.

pare le cerveau, *H*, de la face supérieure du cervelet, *C*;

2° L'*arachnoïde*, séreuse avec 2 feuillets très fins séparés par un peu de sérosité ;

3° La *pie-mère*, riche en vaisseaux sanguins qui portent aux centres nerveux la matière nutritive.

La pie-mère est séparée de l'arachnoïde par un liquide assez abondant dont le rôle est de préserver les centres nerveux des variations de pression résultant de la circulation du sang dans la boite crânienne.

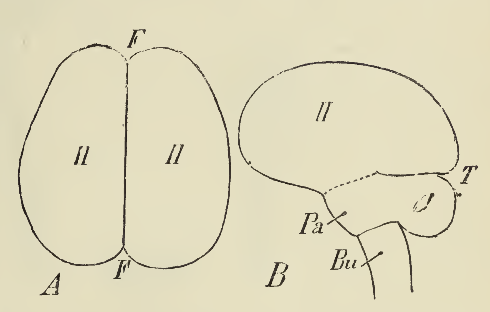


FIG. 117 — Encéphale vu : par sa face supérieure en A, latéralement en B. — *H*, hémisphères cérébraux séparés par la faux du cerveau, *FF*; *C*, cervelet séparé du cerveau par la tente du cervelet, *T*; *Pa*, protubérance annulaire ; *Bu*, bulbe

DESCRIPTION DU SYSTÈME CÉPHALO-RACHIDIEN

L'axe de ce système était à l'origine un véritable *tube nerveux* comprenant d'arrière en avant (fig. 118) : la *moelle épinière*, *m*; l'*arrière cerveau*, c''_3; le *cerveau postérieur*, c'_3; le *cerveau moyen*, c_2; le *cerveau intermédiaire*, c''_1; le *cerveau antérieur*, c'_1.

Ces régions renferment un canal avec des cavités ou *ventricules*, v''_3, v'_3, v_2, v''_1 et v'_1, ce canal contient le *liquide céphalo-rachidien*.

Ces diverses parties ont donné, par des modifications ultérieures, les organes suivants :

			Organes définitifs.	Ventricules.
I. Moelle épinière, *m*				Canal de l'épendyme.
II. Encéphale.	Arrière-cerveau		*Bulbe rachidien, B.r.*	4e ventricule, v''
	Cerveau postérieur	plafond :	*Cervelet, Cer,*	Ventricule cérébelleux, v'_3.
		plancher :	*protubérance annulaire, p.a.*	
	Cerveau moyen	plafond :	*Tubercules quadrijumeaux, t.p*	Aqueduc de Sylvius, v_2.
		plancher :	*Pédoncules cérébraux, p.c.*	
	Cerveau intermédiaire	plafond :	*Épiphyse, g. p.*	3e ventricule, v''_1.
		côtés :	*Couches optiques, c op.*	
		plancher :	*Hypophyse, t.p.*	
	Cerveau antérieur		*Hémisphères cérébraux, H cér.*	1er et 2e ventricules, v'_1.
			Corps striés.	
			Corps calleux, c.cal.; trigone, tr.	

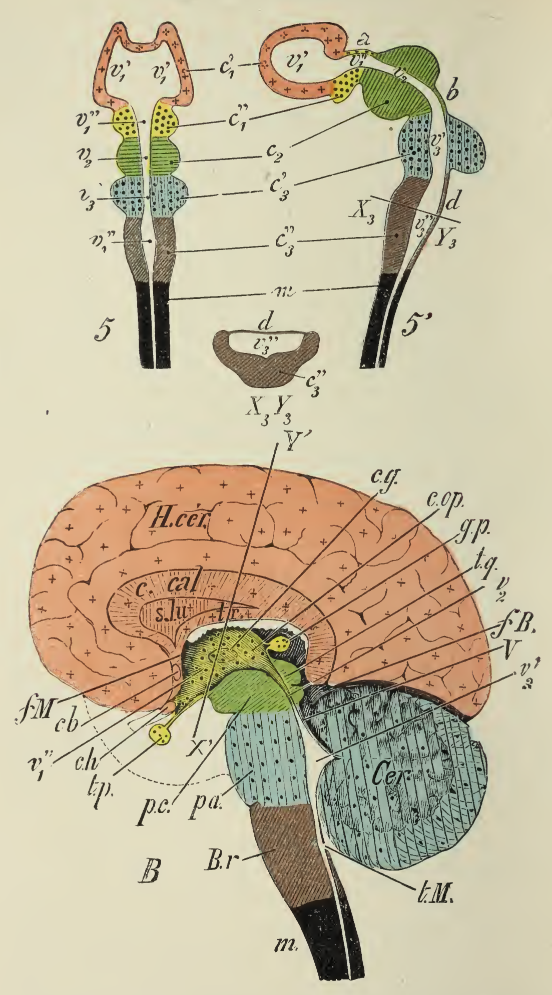


FIG. 118. — Phases du développement de l'encéphale — Le cerveau antérieur, c'_1 se d veloppe d'avant en arrière, en recouvrant les cerveaux intermédiaire c_1, moyen c_2 et postérieur c_3, — Cerveau antérieur c'_1. (*H.cér*, hémisphères cérébraux ; *c.cal*, corps calleux ; *tr*, trigone; v'_1 ventricules latéraux). — Cerveau intermédiaire c''_1 (*cg*, commissure grise des couches optiques ; *g.p*, épiphyse ; *t.p*, hypophyse ; v''_1, 3e ventricule). — Cerveau moyen c_2 (*p.c*, pédoncules cérébraux ; *t.q*, tubercules quadrijumeaux; v_2, aqueduc de Sylvius). — Cerveau postérieur c'_3 (*Cer*, cervelet; *p.a*, protubérance annulaire ; v_3, ventricule cérébelleux). — Arrière-cerveau c''_3 (*B.c*, bulbe rachidien ; *t.M*, plafond du 4e ventricule ; v''_3, 4e ventricule). — *m.* moelle.

A. **Moelle épinière**. — La moelle épinière, *M* (fig. 116), est un cordon nerveux logé dans le canal rachidien de la colonne vertébrale.

Elle présente 2 *renflements :* l'un *cervical*, l'autre *lombaire*, aux points d'insertion des nerfs qui se rendent aux membres supérieurs et inférieurs ; elle se résout à son extrémité en un paquet de nerfs appelé *queue de cheval*.

La moelle épinière porte 2 *sillons* longitudinaux : l'un *antérieur* large, *s.a* (fig. 119), l'autre *postérieur* étroit, *s.p*.

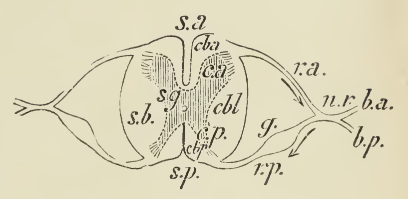


Fig. 119. — Moelle épinière A, coupe transversale : *s.a*, sillon antérieur ; *s.p*, sillon postérieur ; *c.b.a*, *c,b.l*, *c.b,p*, cordons blancs antérieur, latéral, postérieur de la substance blanche. — *s.g*, substance grise ; *c,a*, corne antérieure ; *c.p*, corne postérieure ; *r.a*, *r.p*, racines antérieure et postérieure d'un nerf rachidien

Elle émet latéralement 31 paires de *nerfs rachidiens*, *n.r*, qui y naissent chacun par une *racine antérieure*, *r.a*, et par une *racine postérieure*, *r.p*, pourvue d'un ganglion, *g*.



Fig. 120. — Encéphale vu de profil.
1 à 4, l'un des hémisphères cérébraux avec ses circonvolutions ; 5 à 7, cervelet ; 8, protubérance annulaire ; 9, 10, bulbe rachidien.

Vue en coupe, la moelle épinière comprend 2 substances nerveuses : la *substance blanche* extérieure, formant des *cordons* blancs; la *substance grise* intérieure, qui forme un X avec 2 *cornes antérieures* larges, *c.a*, et 2 *cornes postérieures, c.p.*

Les racines des nerfs rachidiens naissent en face des cornes.

B. **Encéphale**. — Il comprend tous les centres nerveux logés dans la boîte crânienne; son poids moyen est de 1 300 gr.

Vu de l'extérieur, l'encéphale présente : le **cerveau** (1, fig. 120) qui en occupe la majeure partie; le **cervelet** (7) séparé du cerveau par la tente du cervelet et continué en avant par la protubérance annulaire (8); le **bulbe rachidien** (10), cordon établissant la continuité de la moelle épinière avec l'encéphale.

Le cerveau est divisé en 2 *hémisphères cérébraux*, *H*, par la faux du cerveau, *F* (fig. 117); sa surface porte des saillies dites *circonvolutions du cerveau.* — Le cervelet, vu d'arrière (fig. 121), présente 3 lobes : un médian et deux latéraux, *Cer*, réunis en avant par la *protubérance annulaire, P.a.*

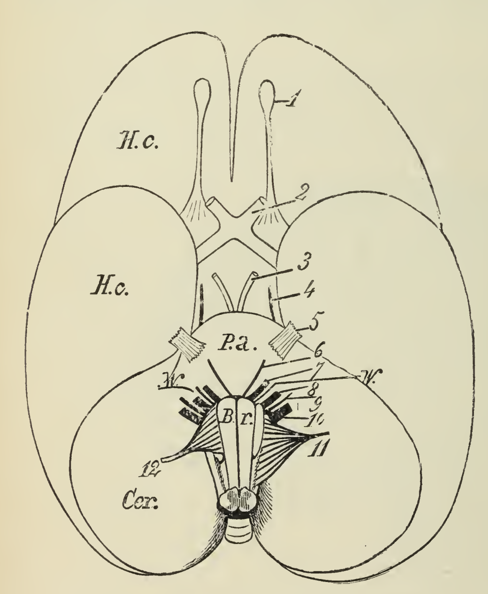


Fig. 121. — Nerfs crâniens, indiqués par leurs numéros d'ordre (page 122).

La surface du cervelet présente aussi des circonvolutions, plus régulières que celles du cerveau.

Structure des diverses régions de l'encéphale.

1° **Bulbe rachidien** (**Arrière-cerveau**). — Long de 0m,03, le bulbe est très important, car les cordons blancs et les cornes grises de la moelle épinière le traversent *en s'y entre-croisant* partiellement, pour continuer leur trajet dans l'encéphale; la substance grise y forme les noyaux d'origine de la plupart des nerfs crâniens.

2e, 3e années.

Le canal étroit situé au centre de la moelle épinière se continue dans le bulbe par le 4e ventricule, qui communique lui-même en avant avec le ventricule cérébelleux, *V.cer* (fig. 122).

2° Cervelet et protubérance (Cerveau postérieur). — Les 3 lobes du cervelet, *Cer*, forment le plafond et les parois latérales du ventricule cérébelleux; la protubérance annulaire, qui embrasse les pédoncules cérébraux, en est le plancher. Quand on fend longitudinalement le cervelet, on voit sur la section obtenue : 1° de la *substance grise formant l'écorce cérébelleuse;* 2° de la *substance blanche* interne qui, pénétrant dans la substance grise, offre un aspect curieux qui l'a fait appeler *arbre de vie.*

Le cervelet est en rapport avec les autres régions de l'encéphale par des pédoncules cérébelleux.

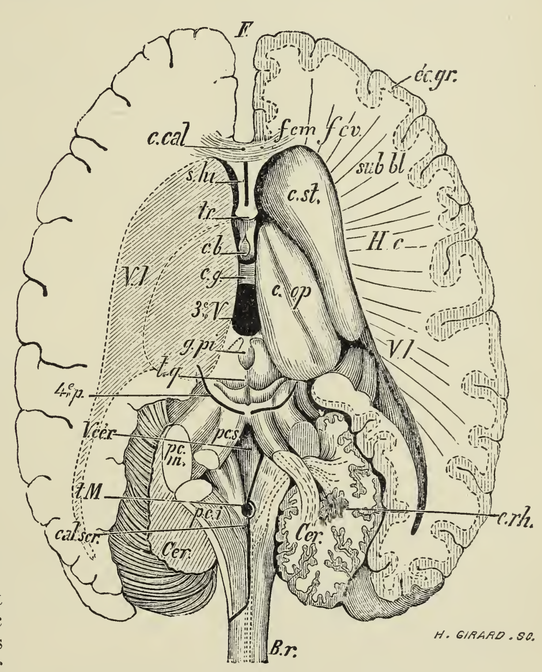


FIG. 122. — Coupe horizontale du cerveau. *Hc*, hémisphères cérebraux : *éc.gr*, écorce grise ; *sub.bl*, substance blanche ; *c.cal*, corps calleux ; *V.l*, ventricules latéraux. *F*, faux du cerveau ; *c.st*, corps striés ; *tr*, trigone ; *c.op*, couches optiques et leur commissure grise, *c.g* ; 3e V, 3e ventricule ; *g.pi*, épiphyse ; *t.q*, tubercules quadrijumeaux. — *Cer*, cervelet ; *V. cér*, ventricule cérébelleux. — *B.r*, bulbe rachidien

3° Tubercules quadrijumeaux et pédoncules cérébraux (Cerveau moyen). — Le ventricule cérébelleux se prolonge en avant par un canal étroit appelé *Aqueduc de Sylvius ;* les tubercules quadrijumeaux, *t q*, en sont le plafond; les pédoncules cérébraux en forment le plancher.

Ces derniers mettent en rapport les parties antérieures de l'encéphale avec le cervelet et le bulbe.

Les tubercules sont l'origine des nerfs optiques.

4° **Couches optiques** (**Cerveau intermédiaire**). — Ces 2 centres *c.op*, forment la paroi du 3[e] ventricule à travers lequel ils sont reliés par un cordon (*commissure grise, c.g*). Une partie des fibres nerveuses des pédoncules cérébraux aboutit aux *couches optiques* qui sont reliées, d'autre part, à l'écorce grise du cerveau antérieur, *éc.gr*.

5° **Hémisphères cérébraux. Corps striés** (**Cerveau antérieur**). — C'est le cerveau proprement dit dont les 2 hémisphères, *H.c*, sont reliés par deux ponts de substance blanche : le *corps calleux*, *c.cal*, et le *trigone*, *tr* (fig. 118 et 122). A droite et à gauche sont les 1[er] et 2[e] ventricules, *V.l*, qui entourent en partie les *corps striés*, *c.st*.

Les corps striés sont 2 centres nerveux reliés, comme les couches optiques, aux pédoncules cérébraux et à l'écorce grise cérébrale, *éc. gr*.

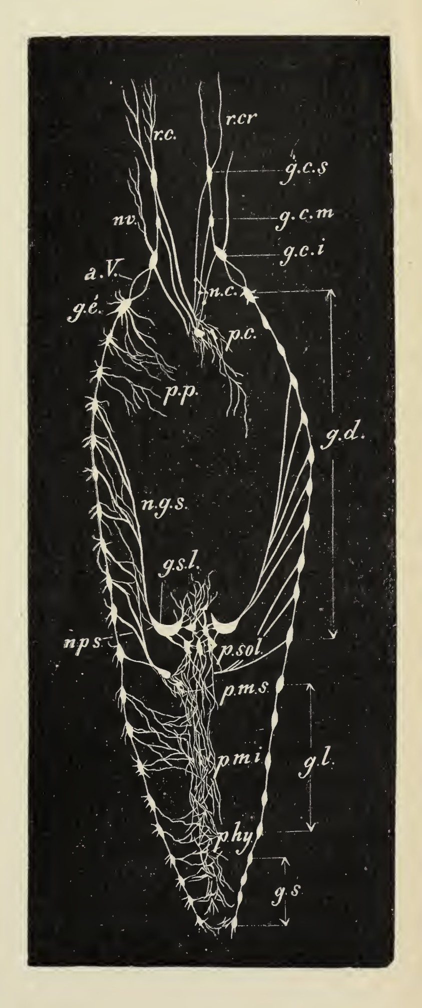
La substance du cerveau est formée de *substance grise* extérieure, *éc.gr*, et de *substance blanche* intérieure, *sub.bl*; cette dernière met en relation toutes les parties de l'encéphale.

De la face inférieure de l'encéphale partent 12 paires de *nerfs crâniens*.

Nerfs crâniens : 12 paires (fig. 121).

Nos d'ordre.	Noms.	Fonctions et destination.
1.	N. olfactif	*Nerf de sensibilité spéciale* pour l'*odorat*. Il innerve les fosses nasales.
2.	N. optique	*N. de sensibilité spéciale* pour la *vue*. Il constitue la rétine de l'œil.
3.	N. moteur oculaire commun	*N. moteur* de tous les muscles moteurs de l'œil, sauf le grand oblique et le droit externe.
4.	N. pathétique	*N. moteur* du muscle grand oblique de l'œil.
5.	N. trijumeau	*N. mixte : N. de sensibilité générale* pour le globe de l'œil, la muqueuse nasale, les dents et la langue en avant. *N. sécrétoire* pour la glande lacrymale et les glandes de la muqueuse pituitaire.
6.	N. moteur oculaire externe	*N. moteur* du muscle droit externe.
7.	N. facial	*N. moteur* des muscles de la face principalement.
8.	N. auditif	*N. de sensibilité spéciale* pour l'ouïe. Il innerve l'oreille interne.
9.	N. glosso-pharyngien	*N. de sensibilité spéciale* pour le goût. Il innerve le dos de la langue. *N. moteur* du pharynx.
10.	N. pneumo-gastrique	*N. mixte*. Sensations vagues et mouvements involontaires des poumons, du cœur, de l'estomac, etc.
11.	N. spinal	*N. moteur* des muscles du larynx.
12.	N. grand hypoglosse	*N. moteur* des muscles de la langue.

Grand sympathique. — Au voisinage de la colonne vertébrale sont *deux chaînes nerveuses symétriques* (fig. 123), s'étendant de la région cervicale à la partie inférieure de l'abdomen.



Elles présentent des *ganglions* d'où se détachent des nerfs se rendant : les uns, au système céphalo-rachidien par l'intermédiaire des nerfs rachidiens; les autres, aux organes (*nerfs sympathiques*).

Les fibres nerveuses du sympathique s'enchevêtrent autour des viscères (cœur, poumons, estomac, foie, intestin, etc.) en des *plexus* fort compliqués : *plexus cardiaque, p.c; plexus solaire, p.sol*, avec un gros *ganglion semi-lunaire, g.s.l; plexus mésentérique, p.m;* etc.

Fig. 123. — Vue théorique d'ensemble du grand sympathique. *g.c.s. g.c.m, g.c.i*, ganglions cervicaux supérieur, moyen et inférieur, donnant origine au nerf cardiaque, *n.c;* plexus cardiaque, *p.c.* — *g.d*, ganglions dorsaux : *p.p.* plexus pulmonaire ; *n.g.s*, nerf grand splanchnique ; *g.s l*, ganglions semi-lunaires ; *p sol*, plexus solaire ; *n.p s*, nerf petit splanchnique. — *g l*, ganglions lombaires ; *p.m.s*, *p.m.i*, plexus mésentériques supérieur et inférieur. — *g.s*, ganglions sacrés ; *p.hy*, plexus hypogastrique.

§ 2. FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX

A. **Nerfs.** — *Les nerfs sont pour ainsi dire les fils conducteurs des excitations.*

Ils peuvent être excités : *mécaniquement* (choc, pincement), *physiquement* (courants électriques induits), *chimiquement* (acides, alcalis), *physiologiquement* (centres nerveux).

Nerf centripète. Nerf centrifuge. Nerf mixte. — Le sens suivant lequel se propagent les excitations dans les nerfs les a fait diviser en nerfs *centripètes, centrifuges* et *mixtes*.

1° Dans un **nerf centripète**, l'excitation se propage de la périphérie de l'organisme vers un centre nerveux.

Le *nerf optique* est centripète, parce qu'il conduit les impressions visuelles de l'œil à l'encéphale; les *nerfs olfactif* et *acoustique* sont aussi des nerfs centripètes conduisant à l'encéphale : le premier, les impressions des odeurs perçues par le nez; le second, les vibrations sonores perçues par l'oreille.

2° Un **nerf centrifuge** conduit les ordres de mouvement ou de sécrétion du centre nerveux à l'organe intéressé. Les *nerfs moteurs oculaires* sont centrifuges, parce qu'ils conduisent les ordres, donnés par l'encéphale, aux muscles qui font mouvoir les yeux; le *nerf grand hypoglosse*, qui porte à la langue les ordres de mouvement, est aussi un nerf centrifuge.

3° Un **nerf mixte** contient des fibres nerveuses centripètes et d'autres centrifuges; il est donc capable de porter des excitations dans les deux sens.

Les *nerfs rachidiens* prennent naissance, sur la moelle épinière, par 2 racines (fig. 119) : l'une *antérieure centrifuge, r.a;* l'autre *postérieure centripète, r.p.* Un nerf rachidien, *n.r*, est donc mixte.

Les *nerfs sympathiques* sont également mixtes.

B. **Centres nerveux.** — Les centres nerveux sont composés de *fibres nerveuses conductrices* (substance blanche) et d'*amas de cellules nerveuses* (substance grise).

Ces amas de cellules nerveuses, *centres nerveux proprement dits, jouissent d'un pouvoir excito-réflexe* et d'un *pouvoir auto-moteur.*

Les centres nerveux ont un *pouvoir excito-réflexe*, c'est-à-dire qu'ils peuvent transformer une excitation, apportée par une

fibre centripète, en un ordre emporté par une fibre centrifuge : c'est l'*acte réflexe simple* étudié à la page 114.

Une musique militaire passe sous nos fenêtres, alors que nous sommes en étude ; nous courons pour assister au défilé des soldats : Le son perçu par nos cellules auditives, *c.au*, a été porté par le nerf acoustique centripète à un centre nerveux (encéphale, *é.g*) ; celui-ci, *en vertu de son pouvoir excito-réflexe*, a transformé l'impression sonore en un ordre de mouvement; cet ordre a été conduit aux muscles de nos membres par les fibres centrifuges de nerfs rachidiens (fig. 124, *D*).

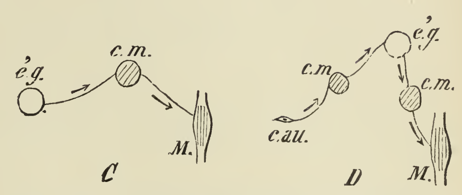


Fig. 124. — Analyse de fonctions de l'écorce grise cérébrale, *é.g*; *c.m*, centre médullaire ; *c.au*, cellule auditive; *M*, muscle.

Les centres nerveux ont un *pouvoir auto-moteur*, c'est-à-dire qu'ils peuvent provoquer des mouvements, sans avoir reçu une excitation préalable.

Le sang, trop chargé de gaz carbonique, modifie la nutrition des cellules nerveuses du bulbe rachidien ; celles-ci provoquent des convulsions chez le malade.

L'écorce grise cérébrale jouit de la *volonté*, faculté par laquelle elle suscite les mouvements les plus variés des muscles qui lui obéissent : nous pouvons fléchir un doigt, faire tourner le bras, mouvoir une jambe, incliner la tête, *si nous le voulons* (fig. 124, *C*).

Examinons les fonctions de nos principaux centres nerveux.

Moelle épinière. — Par ses cordons blancs, elle est *conductrice* des excitations et des ordres entre l'encéphale et toutes les parties de l'organisme. Par son axe gris, *elle est le centre nerveux des actes réflexes inconscients*, *irraisonnés*.

Exemple : On sectionne la moelle épinière chez la Grenouille, immédiatement en arrière du bulbe ; on jette ensuite l'animal dans l'eau d'un aquarium ; il y nage inconsciemment, car il ne sait pas éviter les obstacles.

Les actes réflexes, dont ses mouvements de natation sont la conséquence, peuvent être ainsi définis : *la peau reçoit l'impression du contact de l'eau;* cette impression est *conduite, par des nerfs centripètes à la* **moelle épinière**, *qui transforme l'impression en un ordre de mouvement; cet ordre est transmis par des nerfs centrifuges aux muscles moteurs des membres.*

2e, 3e années.

Bulbe rachidien. — Par ses faisceaux blancs, le bulbe conduit à l'encéphale les impressions transmises par la moelle; il conduit aussi les ordres que l'encéphale envoie aux organes.

Les noyaux de substance grise qu'il contient président aux fonctions nutritives des poumons, du cœur, du foie, etc.

La piqûre du plancher du 4e ventricule dans la région la plus voisine de la moelle, chez le Pigeon ou tout autre Vertébré supérieur, détermine la mort subite de l'animal. *Cette région est l'origine du nerf pneumogastrique.*

Tubercules quadrijumeaux. — Ils paraissent coordonner les mouvements des yeux: ils semblent affectés à la perception des impressions visuelles que travaille ensuite l'écorce grise cérébrale.

Couches optiques et corps striés. — Ces centres nerveux semblent être des relais placés : les premiers, sur le trajet des fibres centripètes qui apportent à l'encéphale les impressions venues de la périphérie; les seconds, sur le trajet des fibres centrifuges qui emportent aux organes les ordres émanant de l'écorce grise cérébrale.

Hémisphères cérébraux. — La substance blanche est composée de fibres conductrices qui mettent en relation l'écorce grise cérébrale avec tous les autres centres nerveux.

L'écorce grise cérébrale est le centre nerveux des actes réflexes conscients, raisonnés.

Exemple : Une fleur répand près de nous une odeur agréable; l'*impression reçue* par les terminaisons nerveuses de notre muqueuse pituitaire *est conduite par le nerf olfactif à l'***écorce grise cérébrale**; *celle-ci transforme l'impression en une sensation, puis en un ordre; cet ordre est conduit aux muscles de nos membres* qui entrent en action et nous permettent d'approcher de la fleur et de la cueillir.

L'écorce grise cérébrale est aussi le siège de la mémoire et de la volonté.

Cervelet. — C'est l'*appareil de coordination des mouvements.* Sa suppression chez un animal amène le désordre le plus complet dans ses mouvements, et l'affaiblissement de tout le système musculaire.

Grand sympathique. — *Il règle la nutrition des organes.*

ORGANISATION SOMMAIRE

DE L'HOMME

L'Homme est l'un des *êtres vivants* dont l'organisation est la plus parfaite; aussi est-il considéré comme le premier des *animaux supérieurs.*

Il présente, comme toute machine perfectionnée, une charpente appelée *squelette* qui soutient ses divers *organes*, tout en leur laissant une certaine mobilité.

Distribution générale des organes du corps. — Le corps se divise en trois parties : la *tête*, le *tronc* et les *membres* (voir la fig. 5 et le Tableau I).

La **tête** présente : en haut et en arrière, une boîte osseuse appelée **crâne** qui contient l'*encéphale;* en avant, la **face** creusée de cavités où sont logés les *organes de nos sens les plus délicats* (les yeux, les oreilles, le nez et la bouche).

Le **tronc**, qui soutient la tête, possède une grande **cavité générale**, divisée transversalement en 2 parties par le *muscle diaphragme, di.*

Au-dessus de ce muscle est la **cavité thoracique**, *C. th*, soutenue par une cage osseuse (fig. 78, 13), qui abrite le *cœur*, C, et les deux *poumons*, *P.a*, *P.g*.

Au-dessous du diaphragme est la **cavité abdominale**, où l'on remarque l'*estomac*, *ES* (fig.5); l'*intestin*, *Ig*, *IG;* le *foie*, *Fo;* la *rate*, *R;* les *reins* en arrière et la *vessie*, *ve*, en bas.

Les **membres** sont formés surtout d'*os* et de *muscles* fort développés [1].

Ces organes sont groupés en **appareils** *qui accomplissent des* **fonctions.**

Fonctions. — L'Homme *vit*, donc il a besoin de se *nourrir;* pour prendre sa nourriture, il doit se déplacer, se mettre en *relation* avec les objets qui l'entourent.

---

1. Le corps de l'Homme pourrait être coupé dans le sens longitudinal en deux moitiés semblables extérieurement; chaque moitié renfermerait un œil, une oreille, une cavité du nez, etc.

On dit alors que l'Homme possede une *symétrie bilatérale.*

Deux sortes de fonctions s'accomplissent donc chez l'Homme : les **fonctions de nutrition** et les **fonctions de relation.**

I. FONCTIONS DE NUTRITION

Nous prenons des *aliments* pour réparer notre corps; ces aliments ne peuvent nous être utiles qu'après avoir subi des transformations dans un *tube digestif* (fonction de **digestion**); nous puisons aussi dans l'air, à l'aide de nos *poumons*, l'*oxygène* sans lequel nous ne pourrions vivre (fonction de **respiration**).

Les aliments digérés et l'oxygène inspiré sont recueillis et portés par le *sang* dans toutes les parties de notre corps (fonction de **circulation**); chaque *organe* emprunte au sang les éléments qui lui sont nécessaires (fonction d'**assimilation**) et y rejette ses déchets; le sang est débarrassé de ces matériaux inutiles par des *glandes* qui les expulsent du corps (fonction de **sécrétion** et d'**excrétion**).

Digestion, *respiration*, *circulation*, *assimilation*, *sécrétion* : telles sont les **fonctions de nutrition.**

Digestion. — Cette fonction s'accomplit dans le **TUBE DIGESTIF** (fig. 7) composé de : la *bouche*, *B;* le *pharynx*, *Ph;* l'*œsophage*, *Œ;* l'*estomac*, *E;* l'*intestin grêle*, *I.g;* le *gros intestin*, *G.I*, terminé par l'*anus*, *A*.

La **bouche** reçoit les aliments solides et liquides; les premiers y sont broyés par les *dents* et imprégnés de salive que sécrètent les *glandes salivaires* (fig. 13).

Les dents, implantées dans les mâchoires, sont de 3 sortes (fig. 10) : en avant, les *incisives*, *I*, avec une couronne tranchante qui *coupe* les aliments; puis les *canines*, *C*, avec une couronne conique qui *déchire* les aliments; enfin les *molaires*, *M*, avec une couronne aplatie qui *écrase* les matières dures.

L'enfant a 20 dents qui tombent et sont remplacées par 32 dents chez l'Homme adulte : 4 incisives, 2 canines et 10 molaires à chaque mâchoire.

Les aliments, réduits en pâte molle dans la bouche, traversent le **pharynx**, puis l'**œsophage**; ils parviennent à l'**estomac** où ils séjournent plusieurs heures; ils y sont brassés et imprégnés de *suc gastrique*. Dans l'**intestin grêle** où elle s'engage ensuite, la matière alimentaire est arrosée de *suc pancréatique* et de *bile* sécrétés par le *pancréas* et par le *foie;* c'est alors une

bouillie claire (*chyle*) qui subit d'importantes modifications.

Toute la partie utile du chyle passe, à travers la paroi de l'intestin, dans une multitude de petits canaux appelés *vaisseaux capillaires* où circule le sang; ce liquide *absorbe* donc dans l'intestin, sous forme liquide, les matières indispensables à notre entretien. La partie inutilisable du chyle parvient à l'extrémité du **gros intestin**, d'où elle est rejetée par l'*anus* au dehors.

Respiration. — L'air qui nous est nécessaire, aspiré par le nez et la bouche, parvient au pharynx, *Ph* (fig. 14), puis à la **trachée artère**, *T.A* (fig. 14 et 38), située dans le cou, enfin aux 2 **POUMONS**, *P.D*, *P.G*, contenus dans la cage thoracique.

La trachée-artère est comme le tronc d'un arbre dont tous les rameaux seraient creux; 2 rameaux principaux appelés *bronches*, *Br*, pénètrent chacun dans un poumon; ils s'y divisent à l'infini et les rameaux les plus fins aboutissent chacun à une petite cavité appelée *alvéole pulmonaire*, *a.p.*

Les alvéoles pulmonaires sont enveloppés dans un filet formé par les vaisseaux capillaires qui apportent du sang *à la surface* de toutes ces petites cavités.

Un poumon est un sac qui contient à la fois les ramifications des bronches et l'ensemble des vaisseaux capillaires qui réunissent les ramifications de l'*artère pulmonaire*, *A. P*, aux ramifications des *veines pulmonaires*, *v.p.*

Le sang qui parvient aux poumons et à la surface des alvéoles, par l'artère pulmonaire, est rouge foncé; il est riche en acide carbonique. Il se débarrasse de ce gaz carbonique à travers la paroi des alvéoles et puise de l'oxygène dans l'air qu'ils contiennent (fig. 45). Le sang riche en oxygène, d'aspect rouge vermeil, sort des poumons par les veines pulmonaires.

L'air est constamment renouvelé dans les poumons, par l'augmentation et la diminution alternatives du volume de la cage thoracique.

Circulation. — Le **SANG** est le *liquide nourricier* de notre corps; il est composé de *globules :* les uns rouges, les autres blancs (fig. 54), nageant dans un liquide incolore appelé *plasma.*

Plasma et globules sont chargés de distribuer à nos organes les principes utiles que le sang a puisés dans l'intestin et les poumons. A cet effet, le sang est constamment en mouvement dans un **APPAREIL CIRCULATOIRE** (fig. 53, *C* et fig. 60).

L'appareil circulatoire de l'Homme comprend le **cœur**, d'où partent des **artères** et des **veines**, reliées entre elles par des **vaisseaux capillaires**.

Chaque cœur comprend une *oreillette* à paroi mince, en haut, communiquant avec un *ventricule,* à paroi épaisse, en bas (fig. 55).

Le sang rouge vermeil (oxygéné) part du ventricule gauche, *v* (fig. 53, *C*), par l'*artère aorte;* il se répand dans tous nos organes, *A. D,* qui lui enlèvent son oxygène et le chargent de gaz carbonique; la couleur du sang devient alors d'un rouge foncé.

Ce sang revient par des *veines caves* à l'oreillette droite, *or*, passe dans le ventricule droit, *v'*, d'où il se rend par l'*artère pulmonaire* aux poumons, *A. R;* le sang abandonne son gaz carbonique à l'air qui remplit les alvéoles, y reprend de l'oxygène et devient rouge vermeil; des *veines pulmonaires* le ramènent à l'oreillette gauche, *or*, puis au ventricule gauche, *v*.

Il recommence alors son trajet.

Assimilation. Sécrétion et excrétion. — Nos organes utilisent les matières que leur apporte le sang; ils *s'assimilent* ces matières et rejettent dans le sang des produits de déchet qui en doivent être exclus.

Les **GLANDES** sont les organes chargés de ce rôle.

Les **poumons** nous apparaissent déjà comme des *glandes appelées à retirer du sang le gaz carbonique;* de même les **reins**, *R* (fig. 71), et les **glandes sudoripares**, *Gl.sud* (fig. 75), lui enlèvent l'*urée* et d'autres substances nuisibles rejetées au dehors par l'*urine* et la *sueur*.

L'urine se rend des reins à la *vessie, V*, par les deux *uretères, Ur;* un canal appelé *urèthre, U,* la conduit au dehors.

La sueur, sécrétée par de nombreuses glandes sudoripares, suit un canal excréteur, *c. ex* (fig. 75), qui lui permet de s'écouler à la surface de la peau et de s'y évaporer.

II. FONCTIONS DE RELATION

Nous éprouvons des *sensations* diverses dont l'une des plus fréquentes est la *faim :* à cet effet, nous nous *déplaçons* pour chercher de la nourriture.

Les fonctions de **relation** comprennent donc : 1° la fonction de **locomotion** accomplie par le *squelette* qu'actionnent nos *muscles;*

2° la fonctoin de **sensibilité** qui met en jeu nos *organes des sens* et notre *système nerveux*.

Squelette. — C'est la charpente du corps (fig. 78).

Il comprend 3 parties : le *tronc*, la *tête* et les *membres*.

Dans le **tronc**, on distingue : 1° en arrière, la *colonne vertébrale* (fig. 78, 7 à 11), formée de 33 *vertèbres* superposées,

2° en avant, un os plat appelé *sternum* (12) ;

3° latéralement, 12 paires de *côtes* (13) qui s'étendent de la colonne vertébrale au sternum, et qui limitent la *cage thoracique*.

Chaque vertèbre est percée d'un trou postérieur (fig. 81, 5) ; la réunion de tous ces trous constitue le *canal rachidien* où est logée la moelle épinière.

La **tête** comprend : 1° en haut et en arrière, le *crâne*, boîte osseuse qui contient l'encéphale ;

[cette boîte repose sur la colonne vertébrale par l'*occipital*, os percé d'un orifice situé en face du canal rachidien, en sorte que l'encéphale se continue par la moelle épinière] ;

2° en avant et en bas, la *face* composée d'os assez irréguliers.

[Le *maxillaire inférieur* est le seul mobile de tous ces os ; il porte, comme les deux *maxillaires supérieurs*, les dents avec lesquelles l'Homme triture ses aliments].

Les **membres supérieurs** et les **membres inférieurs** comprennent 4 régions appelées :

pour le membre supérieur : *épaule, bras, avant-bras, main ;*

pour le membre inférieur : *hanche*, *cuisse*, *jambe*, *pied*.

Parmi les os du membre supérieur (fig. 80), signalons : l'omoplate (14) et la clavicule (15) pour l'épaule ; l'humérus (16) pour le bras ; le cubitus (17) et le radius (18) pour l'avant-bras ; de nombreux os courts pour la main. — Parmi les os du membre inférieur, nous trouvons : l'os iliaque (22) pour la hanche [1] ; le fémur (23) pour la cuisse ; le tibia (25) renforcé du péroné (26) pour la jambe ; enfin de nombreux os courts pour le pied.

L'avant-bras fléchit sur le bras en avant, tandis que la jambe fléchit sur la cuisse en arrière.

Muscles. — *Les muscles sont les organes actifs du mouvement des os* sur lesquels ils sont insérés.

Un **muscle** comprend une partie médiane rouge appelée *ventre*, *v* (fig. 83, C), et deux extrémités blanches, élastiques, nommées *tendons*, *t* ; les tendons sont insérés sur les os.

---

1. Les 2 os iliaques sont unis en arrière au *sacrum* (10) formé de 5 vertèbres soudées ; sacrum et os iliaques constituent la ceinture osseuse appelée *bassin*.

Les muscles peuvent se contracter, c'est-à-dire qu'ils diminuent de longueur en se renflant en leur milieu (fig. 85); ils modifient alors la position relative des os dont ils dépendent et les font mouvoir autour de leurs surfaces d'articulation.

Ainsi, lors de la flexion de l'avant-bras sur le bras nu, on peut suivre le gonflement du ventre du biceps, *b* (fig. 86).

Système nerveux. — Le système nerveux préside à tous les phénomènes qui s'accomplissent dans notre organisme; on appelle ces phénomènes des *actes réflexes*.

Acte réflexe. — Un enfant passe devant la vitrine d'un pâtissier; son œil (*organe sensible*) aperçoit des gâteaux appétissants, il reçoit une *impression* que conduit une sorte de fil télégraphique, appelé *nerf optique*, à un *centre nerveux* (l'encéphale).

Le centre nerveux perçoit l'impression qui devient une *sensation;* il la transforme en un *ordre;* cet ordre est porté par d'autres *nerfs* aux muscles des membres inférieurs, et l'enfant entre dans la boutique.

Le **SYSTÈME NERVEUX** comprend donc des **centres nerveux** et des **nerfs** (fig. 116); il a sous sa dépendance les **ORGANES DES SENS**.

Les **centres nerveux** sont : 1° l'**encéphale** (fig. 117), logé dans la boîte crânienne et composé du *cerveau, H*, du *cervelet, C*, et du *bulbe rachidien, Bu ;* 2° la **moelle épinière** contenue dans le canal rachidien de la colonne vertébrale.

De ces centres nerveux partent 43 paires de *nerfs*.

Les nerfs sont les fils conducteurs des impressions apportées des organes aux centres nerveux; ils conduisent aussi les ordres donnés par les centres nerveux aux diverses régions du corps.

Les **ORGANES DES SENS** *perçoivent les impressions* qui nous viennent du monde extérieur; comme nous éprouvons 5 sortes d'impressions précises et spéciales (*sens*), nous possédons 5 sortes d'organes des sens.

La *peau* est l'organe du *toucher;* la *langue* est l'organe du *goût ;* le *nez* est affecté à l'*odorat ;* l'*oreille* est l'organe de l'*ouïe;* l'*œil* a pour fonction la *vue* des objets.

L'Homme est supérieur à tous les animaux par son intelligence; il entre en relation, soit avec ses semblables, soit avec les animaux, par le moyen de la **parole** (langage articulé) dont il fait seul usage parmi les êtres vivants.

CLASSIFICATIONS ZOOLOGIQUES

Des groupes établis en classification. — Les animaux qui vivent à la surface du globe sont en nombre considérable et leurs formes sont très diverses. Pour les connaître, on ne peut songer à les examiner les uns après les autres, car la vie d'un homme serait à peine suffisante pour lui permettre d'en étudier quelques milliers.

Aussi les a-t-on réunis en *groupes* qui comprennent tous les animaux qui se ressemblent le plus.

Si l'on connaît les caractères de l'un d'eux, on connaît par suite les caractères de tous les êtres du groupe auquel il appartient.

Les premiers groupes établis ont été réunis eux-mêmes en groupes plus importants dont les membres ont entre eux d'autant moins de caractères communs que ces groupes sont plus étendus.

On a réalisé ainsi une **classification**.

Pour avoir une idée de l'importance relative des groupes admis dans la classification, comparons le *règne animal* à notre armée. Les *soldats* y sont réunis en *compagnies;* plusieurs compagnies forment un *bataillon;* plusieurs bataillons forment un *régiment;* plusieurs régiments composent une *brigade;* une réunion de brigades s'appelle une *division;* plusieurs divisions réunies forment un *corps d'armée;* l'ensemble des corps d'armée s'appelle l'*armée.*

Les mots : *compagnie*, *bataillon*, *régiment*, *brigade*, *division*, *corps d'armée*, *armée*, éveillent dans notre esprit l'idée de réunions de soldats de plus en plus importantes.

La classification animale comprend des groupes comparables, qu'on range ainsi d'après leur importance :

Espèce, genre, famille, ordre, classe, embranchement, règne.

On dit que *deux animaux sont de la* **même espèce** *lorsqu'ils se ressemblent entre eux autant qu'ils ressemblent à leurs parents.*

Ainsi tous les Hommes appartiennent à une même espèce; tous les Chiens forment une espèce, etc.

Désignation d'un animal en classification. — Quand on veut faire parvenir une lettre à un soldat, on écrit par exemple sur l'enveloppe, l'adresse suivante :

Benoît *Charles*, 2e compagnie, 1er bataillon, 68e régiment, brigade de Châteauroux, division de Tours, 9e corps d'armée.

De même un animal, conservé dans une vitrine, aura sa désignation sur le carton qui le concerne.

L'adresse du Chien domestique est la suivante : **Canis** *familiaris,* famille des Canidés, ordre des Carnivores, classe des Mammifères, embranchement des Vertébrés.

Canis est le nom latin du *genre* auquel appartient le Chien; *familiaris* désigne son *espèce*. Tout animal est ainsi désigné par 2 mots latins : un nom de *genre* et un qualificatif d'*espèce*.

GRANDES DIVISIONS DU RÈGNE ANIMAL

1° *VERTÉBRÉS.* — L'Homme n'est pas le seul animal possédant une charpente osseuse interne. Le Lion, l'Aigle (fig. 96), le Lézard, la Grenouille (fig. 125), la Perche (fig. 100), en sont également pourvus; on les range dans l'*embranchement des* *VERTÉBRÉS*.

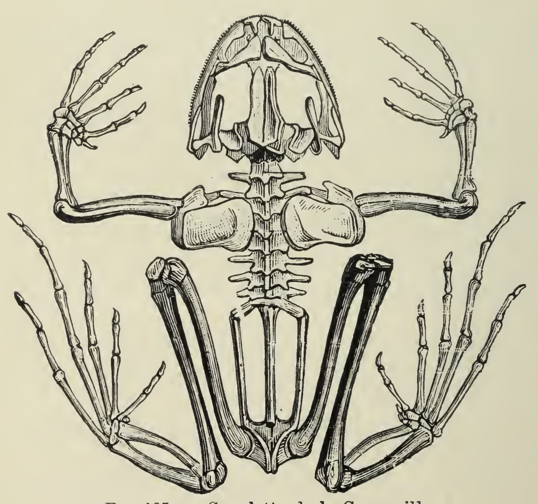


Fig. 125. — Squelette de la Grenouille

On appelle *VERTÉBRÉS* *tous les animaux pourvus d'un* **squelette interne** *soutenu par une* **colonne vertébrale.**

Les Vertébrés ont encore d'autres caractères communs : une *symétrie bilatérale; le tube digestif entièrement situé du côté ventral des centres nerveux* (encéphale et moelle épinière); *le sang contenant des globules rouges; 4 membres au plus.*

2° *ARTHROPODES* ou *ARTICULÉS*. — Le Hanneton (fig. 126), l'Écrevisse, ont un corps formé d'*anneaux* successifs. On ne peut facilement les piquer avec une épingle. Ils marchent à l'aide de pattes composées d'*articles* mobiles les uns sur les autres.



Fig 126 — Hanneton (grandeur naturelle).

On range ces êtres dans l'*embranchement des ARTICULÉS* ou *ARTHROPODES*.

Les ARTICULÉS comprennent tous les animaux dont le corps est formé **d'anneaux** *protégés par un* **squelette externe**; *ils sont pourvus de* **pattes articulées.**

Les Articulés ont comme autres caractères communs : une *symétrie bilatérale;* le *tube digestif presque entièrement placé au-dessus du système nerveux central ganglionnaire.*

3° *VERS*. — Le Lombric ou Ver de terre, la Sangsue (fig. 127), ont le corps formé d'*anneaux;* mais ils sont dépourvus de membres.

Ils font partie du groupe des **Annélides** dans l'*embranchement des VERS*.

*Les VERS ont le corps formé d'***anneaux** *et* **dépourvu de membres.**

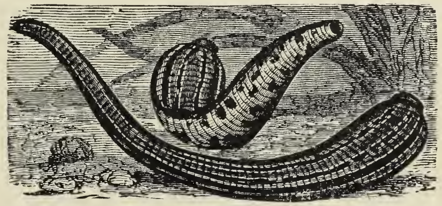


Fig. 127 — Sangsue (grandeur naturelle)

Les Vers ont une *symétrie bilatérale* dans le groupe des Annélides seulement; *le tube digestif est presque entièrement placé au-dessus du système nerveux central ganglionnaire.*

4° *MOLLUSQUES*. — Chez l'Escargot (fig. 128), on aperçoit d'abord une coquille calcaire dans laquelle l'animal peut s'abriter entièrement; quand il ne croit courir aucun danger, l'Escargot étale en dehors de sa coquille la majeure partie de son *corps mou;* il rampe alors sur une surface large appelée *pied.*

Les **MOLLUSQUES** *sont pourvus d'un* **corps mou** *protégé par une coquille calcaire.*

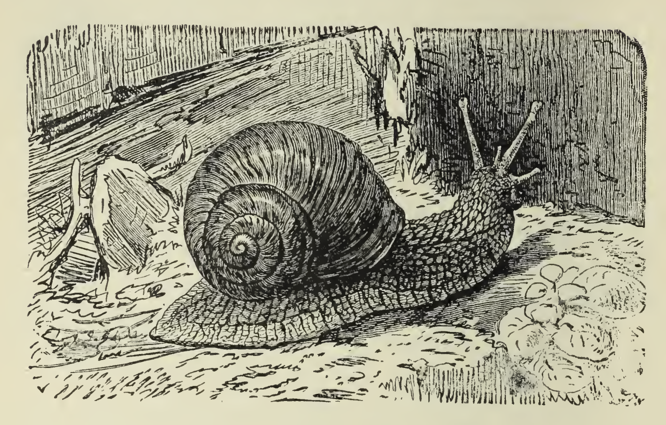


Fig. 128. — Escargot (longueur 0m,09)

La *symétrie bilatérale* est masquée chez certains Mollusques par la torsion d'une partie du corps (Escargot).

5° *RAYONNÉS.* — Tous les animaux signalés jusqu'ici possèdent une symétrie bilatérale.

Il en est d'autres, comme le Corail (fig. 129), dont la *symétrie est radiaire :* leur corps est formé de plusieurs parties semblables disposées suivant des *rayons* autour du centre de leur corps.

Sur une branche de Corail sont de petits êtres, *p*, qui semblent autant de fleurs épanouies; aussi les naturalistes les ont-ils appelés d'abord des *ZOOPHYTES* [*animaux-plantes*]

Les RAYONNÉS possèdent une symétrie radiaire.

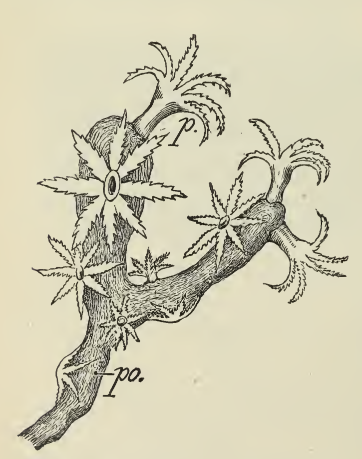


Fig. 129. — Corail. Le polypier, *po*, porte un grand nombre de polypes, *p*, fort grossis.

Certains de ces animaux sont pourvus d'un *tube digestif avec un seul orifice* (Corail); d'autres n'ont *pas de tube digestif* (Éponge).

6° *PROTOZOAIRES*. — Quand on laisse baigner, pendant quelques heures, une poignée de foin dans l'eau et qu'on examine une goutte de l'infusion au microscope, on y remarque un nombre considérable d'êtres qui sillonnent l'eau en tous sens ; ces êtres sont formés d'une seule cellule (fig. 130).

On les range dans *l'embranchement des PROTOZOAIRES*.

Les PROTOZOAIRES sont des animaux unicellulaires.

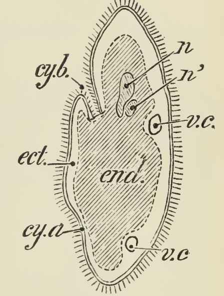


Fig. 130 — Paramécie.

Grandes divisions du règne animal.

			Embranchements
ANIMAUX	à symétrie bilatérale :	pourvus d'un squelette interne soutenu par une *colonne vertébrale*.	**Vertébrés** [Chat].
		dont le corps est formé d'*anneaux* — avec des *membres articulés*............	**Articulés** [Hanneton].
		dont le corps est formé d'*anneaux* — sans membres........	**Vers** [Sangsue].
		pourvus d'une coquille protégeant leur *corps mou*.................	**Mollusques** [Escargot].
	à symétrie radiaire......		**Rayonnés** [Corail].
	unicellulaires.....		**Protozoaires**.

I. EMBRANCHEMENT DES VERTÉBRÉS

Les Vertébrés ont une symétrie bilatérale; leur corps est soutenu par un **squelette interne** *et porté par 4 membres au plus; leur appareil circulatoire renferme du sang avec des globules rouges; leur système nerveux central comprend un encéphale et une moelle épinière.*

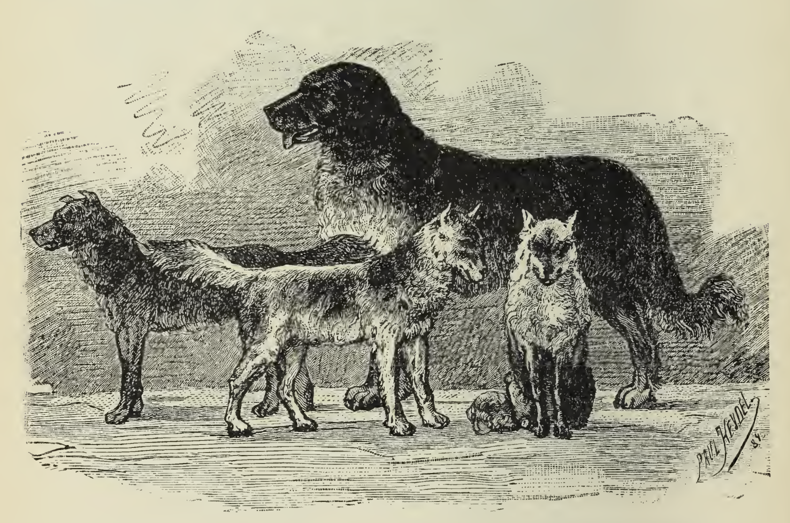


Fig. 131. — Chiens esquimaux et du Saint-Bernard (haut $0^{m},60$ et $0^{m},90$)

Division des Vertébrés en classes. — Le Chien, le Coq, le Lézard, la Grenouille et la Carpe sont des Vertébrés; tous possèdent une *colonne vertébrale*, axe d'un squelette interne.

Cependant nous pouvons les distinguer facilement les uns des autres. Ces animaux appartiennent au *même embranchement*, mais ils font partie de *classes distinctes*.

1° **MAMMIFÈRES**. — Le Chien (fig. 131) a le corps couvert de poils; il *porte des mamelles* qui sécrètent le lait dont la chienne nourrit ses petits; c'est un *Mammifère*.

1re et 3e années.

Les **MAMMIFÈRES** sont des *Vertébrés aériens dont le corps est couvert de poils;* **ils portent des mamelles.**

Autres caractères communs aux Mammifères : une *respiration pulmonaire;* un *cœur à 4 cavités* et une *circulation double et complète;* une *température constante ;* ils sont *vivipares*, c'est-à-dire qu'ils donnent naissance à des petits vivants.

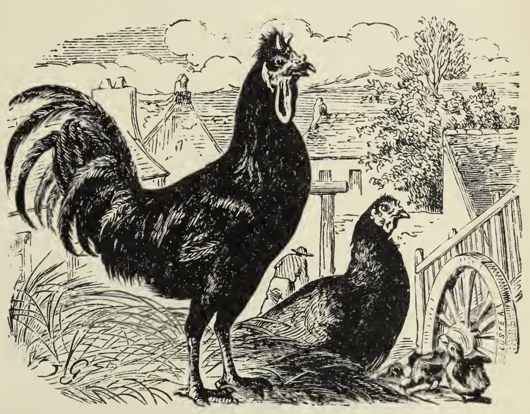


Fig. 132. — Coq et Poule (hauteur 0m,40 à 0m,50).

2° **OISEAUX.** — Le Coq (fig. 132) a le corps couvert de plumes et les membres antérieurs transformés en ailes; ses mâchoires sont recouvertes d'un bec corné.

Les **OISEAUX** (*Vertébrés aériens*) *ont seuls le corps couvert de plumes; ils possèdent 4 membres dont les 2 antérieurs sont transformés en ailes affectées au vol; ils ont un bec corné.*

Autres caractères des Oiseaux : *tube digestif avec un gésier et terminé dans un cloaque;* une *respiration pulmonaire* (les poumons communiquent avec des *sacs aériens* et avec l'intérieur des *os creux*); un *cœur à 4 cavités;* une *circulation double et incomplète;* une *température constante;* ils sont *ovipares*, c'est-à-dire qu'ils pondent des *œufs* d'où naîtront les petits.

3° **REPTILES.** — Le Lézard (fig. 98) est couvert d'écailles; ses 4 membres déjetés sur les côtés ne soulèvent pas suffisamment le corps dont la face ventrale traîne sur le sol; il *rampe* sur la terre.

Ce caractère est plus net dans la Couleuvre qui n'a pas de membres.

Les **REPTILES** *sont les seuls Vertébrés aériens dont le corps soit couvert d'écailles; ils sont pourvus ou non de membres; ils* **rampent** *sur le sol.*

Autres caractères des Reptiles : une *respiration pulmonaire;* une *circulation double et incomplète;* une *température variable;* 4, 2 ou 0 membres; ils sont *ovipares* en général.

1re et 3e années.

4° **AMPHIBIENS** ou **BATRACIENS**. — La Grenouille (fig. 133) a le corps nu (ni poils, ni plumes, ni écailles); c'est un *Amphibien,* car elle *vit autour des rivages*, sur la terre et dans l'eau.

Les **AMPHIBIENS** *sont des Vertébrés aériens et aquatiques à la fois, dont le corps est nu.*

Autres caractères des Amphibiens : une *respiration cutanée* très active; en outre une *respiration branchiale dans le jeune âge* (quelquefois persistante) et une *respiration pulmonaire dans l'âge adulte;* une *circulation simple dans le jeune âge, double et incomplète chez l'adulte;* une *température variable.* Ils sont *ovipares* et subissent des *métamorphoses.*



Fig 133. — Grenouille verte (longueur 0m,09).

5° **POISSONS**. — La Carpe (fig. 48) vit constamment dans l'eau; son corps, en forme de fuseau, est couvert d'écailles et pourvu de *nageoires* qui lui permettent de se déplacer dans l'eau. Elle respire par des *branchies*, organes en forme de peignes situés de chaque côté de la tête, dans des chambres appelées *ouïes;* un courant d'eau, pénétrant dans la bouche et sortant par les ouïes, baigne les branchies où le sang vient prendre de l'oxygène et se débarrasser de son gaz carbonique.

Les **POISSONS** *sont des Vertébrés aquatiques dont le corps est couvert d'écailles et pourvu de nageoires; ils respirent par des branchies.*

Autres caractères des Poissons : un *cœur à 2 cavités* et une *circulation simple;* une *température variable;* un *squelette plus ou moins ossifié;* ils sont *ovipares.*

1re et 3e années.

			Classes.
VERTÉBRÉS	aériens respirant par des *poumons*.	Corps couvert de *poils*. Mamelles.	MAMMIFÈRES [Chien].
		— *plumes*. Ailes . .	OISEAUX [Coq].
		— *écailles*.	REPTILES [Lézard].
	aquatiques d'abord, puis aériens. *Métamorphoses*.		AMPHIBIENS [Grenouille].
	— respirant par des *branchies*.		POISSONS [Carpe].

§ 1. CLASSE DES MAMMIFERES

Les Mammifères [Vertébrés vivant dans l'air] ont le corps couvert de **poils** ; *ils portent des* **mamelles** *sécrétant le lait dont ils nourrissent leurs petits qui naissent tout vivants* **(vivipares).**

Par leur organisation intérieure, les Mammifères ressemblent beaucoup à l'Homme.

Divison de la classe des Mammifères en ordres. — Les Mammifères donnent naissance à des petits vivants ; ils sont *vivipares*.

Le petit apparaît, en général, à un degré de développement suffisant pour n'avoir besoin que du lait sécrété par les *mamelles* de la mère ; mais chez quelques-uns, comme la Sarigue (fig. 90), le Kanguroo, le petit est tellement imparfait qu'il mourrait si sa mère ne l'abritait aussitôt dans une *poche marsupiale* où se trouvent les mamelles. Le jeune grandit et quittera définitivement sa mère, dès qu'il sera capable de se suffire à lui-même.

Nous diviserons les Mammifères en 2 groupes :

1° les **MARSUPIAUX** pourvus d'une poche marsupiale ;

2° les **EUTHÉRIENS** sans poche marsupiale.

Parmi les **EUTHÉRIENS** : les uns ont des *dents toutes semblables* comme le Dauphin, ou en sont totalement dépourvus comme la Baleine (fig. 93) [on les appelle **homodontes**] ;

Les autres ont des *dents de diverses formes* comme l'Homme, le Chien, le Chacal [on les appelle **hétérodontes**].

Les **Hétérodontes** comprennent : 1° les **Ongulés**, comme le Bœuf et le Cheval, dont toute l'extrémité du doigt est enveloppée d'un *sabot* en corne ;

2° Les **Onguiculés** dont une partie du doigt seulement est pourvue d'un *ongle* (Homme, Singe) ou d'une *griffe* (Chat, fig. 134).

Suivant que leurs membres sont terminés par un *nombre impair* ou un *nombre pair* de doigts, les **Ongulés** se divisent en **Périssodactyles** et en **Artiodactyles**.

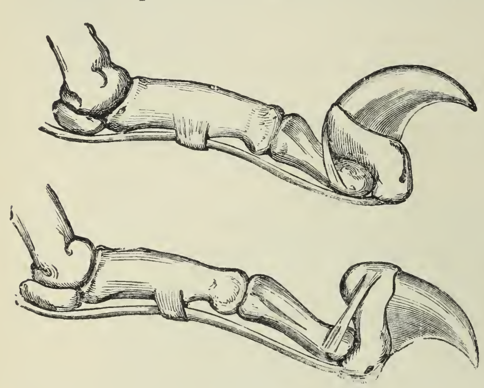
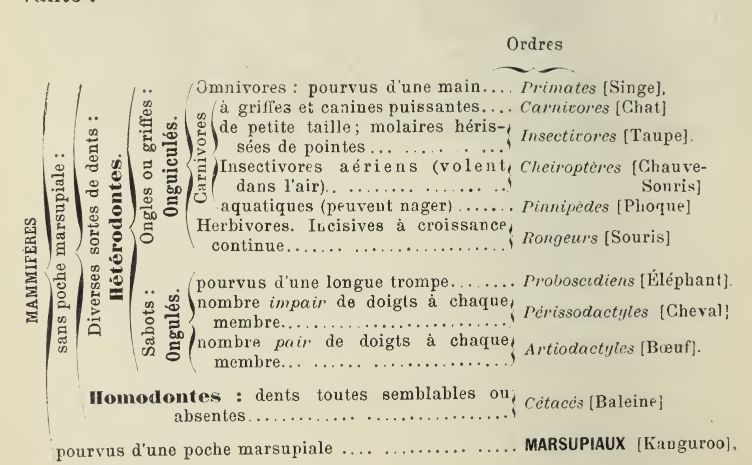


Fig. 134 — Griffe du Chat.

Les **Onguiculés** nous fournissent des caractères tirés : de leur mode d'alimentation (herbivores, carnivores, omnivores) ; de la présence ou de l'absence d'une *main* où le pouce est opposable aux autres doigts (*Primates*, possédant ainsi un organe qui leur permet de prendre les objets).

Ces considérations nous amènent à la classification suivante :



Ordres

- MAMMIFÈRES
  - sans poche marsupiale :
    - Diverses sortes de dents : **Hétérodontes.**
      - Ongles ou griffes : **Onguiculés.**
        - Omnivores : pourvus d'une main.... *Primates* [Singe].
        - Carnivores
          - à griffes et canines puissantes.... *Carnivores* [Chat]
          - de petite taille ; molaires hérissées de pointes ... ... *Insectivores* [Taupe].
          - Insectivores aériens (volent dans l'air).. .... *Cheiroptères* [Chauve-Souris]
          - aquatiques (peuvent nager) .... *Pinnipèdes* [Phoque]
        - Herbivores. Incisives à croissance continue....... .... *Rongeurs* [Souris]
      - Sabots : **Ongulés.**
        - pourvus d'une longue trompe........ *Proboscidiens* [Éléphant].
        - nombre *impair* de doigts à chaque membre.......................... *Périssodactyles* [Cheval]
        - nombre *pair* de doigts à chaque membre... .... *Artiodactyles* [Bœuf].
    - **Homodontes** : dents toutes semblables ou absentes............ .... *Cétacés* [Baleine]
  - pourvus d'une poche marsupiale .... **MARSUPIAUX** [Kanguroo].

I. *ORDRE DES PRIMATES.* — *Mammifères pourvus de mains.* On distingue dans ce groupe : 1° les Primates *à 2 mains* possédant le *langage articulé* [**Homme**] ; 2° les Primates à 4 *mains*, capables seulement de pousser des cris [**Singes**].

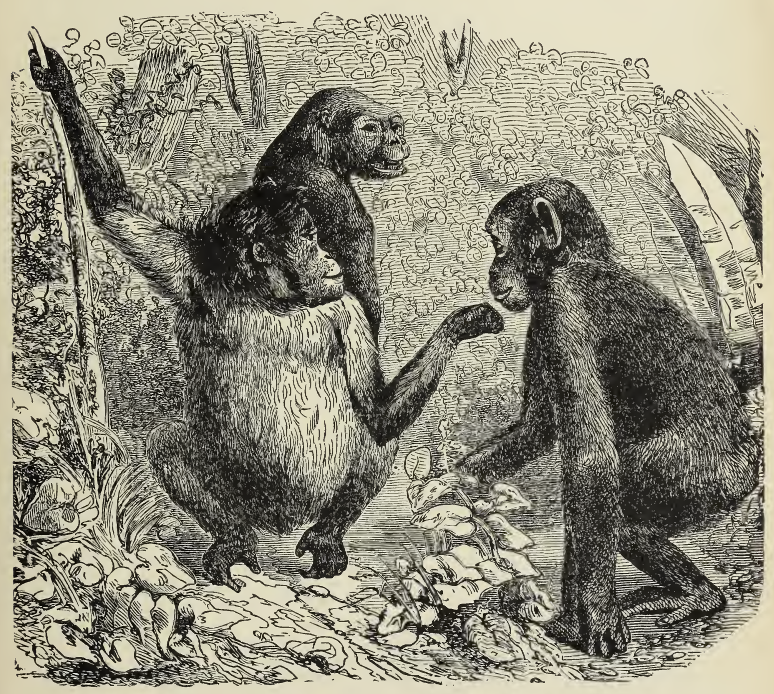


Fig. 135. — Ourang-outang (1^m,40). — Chimpanzé (1^m,30). — Gorille (2^m).

Homme. — Il se tient *verticalement* en marchant et s'appuie sur toute la plante du pied ; c'est un *plantigrade*.

L'Homme est supérieur aux autres animaux par son intelligence; il fait usage de la *parole* pour échanger ses idées avec ses semblables ; il peut se servir de ses mains avec adresse.

Par leurs caractères extérieurs, les Hommes ne sont pas tous semblables ; on les a répartis en races.

La *race blanche* qui habite l'Europe, l'Asie occidentale et le nord de l'Afrique, présente une peau blanchâtre, des cheveux souples, blonds ou bruns, une barbe abondante couvrant une partie du visage ovale, les lèvres minces, le nez droit, les yeux fendus transversalement.

La *race jaune*, à laquelle appartiennent les Chinois et autres asiatiques, se distingue par une peau jaunâtre, des cheveux noirs et durs, une barbe rare, les lèvres épaisses, les yeux fendus obliquement relevés en dehors.

La *race noire*, d'Afrique, a la peau noire, les cheveux crépus et courts, un front fuyant, le nez écrasé, les lèvres épaisses et saillantes. Les nègres d'Australie sont petits, à tête étroite, peu intelligents.

La *race rouge*, d'Amérique, a la peau cuivrée, les cheveux longs et rudes, le front étroit, les pommettes et le nez saillants, les lèvres minces.

Singes. — Ce sont des *Primates à 4 mains ;* ils se tiennent *obliquement* ou *horizontalement* lorsqu'ils marchent, s'appuient sur leurs 4 membres, la face dorsale des doigts antérieurs reposant sur le sol (fig. 135); leur corps est couvert de poils bien développés, sauf sur la paume de la main, la plante du pied et parfois aux fesses (callosités fessières).

La face des Singes adultes est proéminente; leurs canines sont plus grandes que les autres dents.

On divise les Singes en :

Singes	de l'ancien continent	sans queue.......	**Anthropomorphes**
		à queue non prenante.	
	du nouveau continent, à queue prenante.		

Les **Singes de l'ancien continent** ont les narines rapprochées et possèdent 32 dents. On y range :

1° les **Anthropomorphes**, dépourvus de queue, qui *ressemblent* le plus *à l'Homme ;* 2° des espèces pourvues d'une queue non prenante : le *Magot* (Gibraltar et N. de l'Afrique), le *Cynocéphale* (Afrique), le *Semnopithèque* (forêts de l'Asie méridionale).

Les Anthropomorphes comprennent 3 grandes espèces principales : l'*Orang-Outang*, le *Chimpanzé* et le *Gorille*.

L'Orang-Outang atteint $1^m,40$ de haut ; il habite les forêts marécageuses de Sumatra et de Bornéo, grimpe sur les arbres au sommet desquels il construit son nid ; il marche difficilement sur le sol. Le jeune Orang est intelligent, mais son cerveau s'accroît peu avec l'âge, tandis que ses mâchoires acquièrent un développement considérable.

Le Gorille vit en bandes dans les forêts du Gabon ; c'est le plus grand et le plus fort de tous les Singes; il atteint jusqu'à 2 mètres.

Le Chimpanzé, noir, vit en bandes dans les forêts de la Guinée où il construit, sur les arbres, un nid pourvu d'un toit; il atteint 1m,30.

Les **Singes du nouveau continent**, comme le *Sajou,* le *Singe hurleur*, ont les narines écartées et possèdent 36 dents. Leur queue prenante s'enroule autour des branches d'arbres auxquelles ils se suspendent pour s'élancer de rameau en rameau. Ils vivent en sociétés dans les forêts équatoriales de l'Amérique.

II. ORDRE DES CARNIVORES. — *Mammifères très agiles pour la plupart, pourvus de griffes puissantes et acérées, de canines fort développées et de molaires coupantes.*

Parmi nos animaux domestiques, le *Chat* réalise le type carnivore au plus haut degré.



Fig. 136. — Chat sauvage. (Longueur maximum 0m,60.)

Le **Chat** (fig. 136) a le corps élancé ; il est *digitigrade*, c'est-à-dire qu'il repose sur le sol par les doigts seulement et non par la surface entière du pied ; il bondit et grimpe avec agilité.

Ses doigts sont armés de griffes pointues *rétractiles*, c'est-à-dire relevées d'ordinaire, afin de ne pas s'user dans la marche (fig. 134); mais quand l'animal cesse de *faire patte de velours* pour attaquer ou pour se défendre, il fait saillir ces griffes qui déchirent les chairs. Une fois en possession de sa proie, le Chat la croque à belles dents ; ses mâchoires sont courtes, la mâchoire inférieure actionnée par des muscles puissants ; toutes deux portent des dents propres à déchirer et couper la chair (fig. 24) : si les incisives sont petites, par contre les

canines sont très développées et les molaires, en forme de feuille de trèfle, sont disposées sur les mâchoires suivant deux rangées qui se croisent et coupent, comme les lames d'une paire de ciseaux.

Le *Chat domestique* nous délivre des Souris, des Rats; mais il a conservé en partie ses instincts sauvages et chasse les Oiseaux.

Le Chat appartient à la famille des **Félidés**, dans laquelle on range les Carnivores les plus sanguinaires : le *Lion*, le *Tigre*, la *Panthère*, le *Lynx*, tous agiles et remarquables par leur tête arrondie, leurs griffes rétractiles et leurs dents tranchantes.

Le *Lion* a un pelage court à peu près uniformément jaunâtre, la face large par le grand développement des os jugaux et des muscles masticateurs.

Le mâle porte une crinière sur le cou et les épaules, une houppe et un piquant corné au bout de la queue.

Il habite les pays chauds d'Asie et d'Afrique. C'est le seul Félin qui ne grimpe pas sur les arbres.

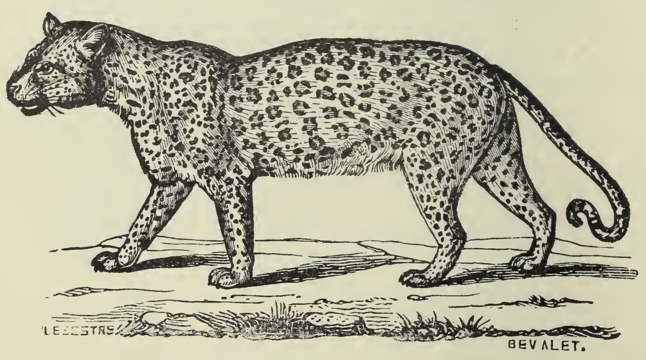


Fig. 137. — Panthère (longueur 1m,20).

Le *Tigre*, dépourvu de crinière, possède un pelage jaune avec des raies tranversales d'un brun foncé. Plus sanguinaire que le Lion, il sème l'effroi dans tous les lieux qu'il habite en Asie.

La *Panthère* ou Léopard, d'Asie et d'Afrique (fig. 137), et le Jaguar, de l'Amérique du S., possèdent une robe jaune d'or parsemée de taches arrondies. Leur férocité ne le cède en rien à celle du Tigre.

Le *Lynx* est un égorgeur redoutable qui s'attaque aux Cerfs, Chevreuils,

Moutons, Lièvres, etc. Il tue sans besoin et ne mange qu'une faible partie de ses victimes, laissant ses reliefs aux Loups et aux Renards.

Cet animal habite l'Europe septentrionale.

Les fourrures des grands Félins sont très recherchées.

Le *Chien*, le *Loup* et le *Renard* forment, avec le *Chacal*, la famille des **Canidés**.

Les Canidés se distinguent des Félidés par l'absence de griffes rétractiles aux doigts, par leur museau plus allongé ; la mâchoire inférieure est actionnée par des muscles moins forts ; les canines sont moins saillantes, les molaires plus nombreuses et moins coupantes que celles du Chat.

Le **Chien** (fig. 131) a la queue de longueur moyenne, peu touffue. Le Chien domestique, sociable et intelligent, est l'animal le plus dévoué à son maître auquel il rend mille services.

Son langage particulier (*aboiement*) est en rapport avec les sentiments que cet animal veut traduire (joie, douleur, effroi).

Principales races de Chiens domestiques : chien courant, braque, epagneul, griffon, boule-dogue, Terre-Neuve, chien des Esquimaux, chien de berger, lévrier, danois, etc.

Le Chien sauvage n'aboie pas ; il hurle et chasse toujours en bandes.

Le *Loup* a une queue touffue et pendante, un pelage gris fauve sur le dos, clair sous le ventre, les oreilles droites et pointues.

Il chasse en troupes pendant l'hiver, lorsque la neige couvre la terre ; il poursuit alors Moutons, Chevaux, Bœufs, Chiens et s'attaque parfois à l'Homme. Il vit dans toute l'Europe et l'Asie.

Le *Renard* (fig. 138), au pelage fauve, est assez commun dans tout l'hémisphère N.

Il vit dans un terrier à plusieurs issues, d'où il sort la nuit pour commettre ses rapines dans les poulaillers ; il poursuit Lapins, Campagnols, Perdrix et se nourrit aussi d'œufs.



Fig. 138. — Renard (longueur 0m,65).

Le *Chacal* habite l'Inde, l'Afrique et l'Amérique.

1re et 3e années.

On range à côté des Canidés la *Hyène*, pourvue d'une grosse tête avec des oreilles dressées, un dos garni d'une épaisse crinière. Ce carnassier est lâche et se nourrit surtout de cadavres qu'il déterre pendant la nuit; il vit en Afrique.

La *Martre,* la *Fouine,* la *Belette,* la *Loutre* et le *Blaireau* sont des **Mustélidés** agiles, au corps allongé et aux pattes



Fig. 139. — Martre (longueur $0^m,45$).

courtes; les uns sont digitigrades, les autres *plantigrades* [s'appuyant sur le sol par toute la plante du pied (Blaireau)]; leurs doigts sont terminés par des griffes aiguës non rétractiles.

La **Martre** (fig. 139) a le pelage marron foncé; elle habite les forêts où elle vit de Loirs, d'Écureuils, d'Oiseaux. Sa fourrure est recherchée.

La *Fouine*, plus petite que la Martre, a le pelage gris brun et la gorge blanche. Dans une basse-cour, elle tue tous les Oiseaux qu'elle trouve, en suce le sang et en emporte quelques-uns pour sa nourriture.

La *Belette* est la plus petite espèce carnivore d'Europe; elle fréquente les environs des fermes, chasse de nuit les Oiseaux, détruit Mulots et Souris.

La *Loutre* (fig 140) a une queue aplatie et les doigts réunis par une membrane (pattes palmées adaptées à la natation). Elle habite le bord des

rivières et des étangs ; elle est très agile dans l'eau, s'empare des Poissons qu'elle emporte dans sa retraite établie sur la berge. Fourrure estimée.

Le *Blaireau* (fig. 141) est plantigrade, son pelage est gris sur le dos, noir sous le ventre; sa tête est blanche avec une bande noire. Il se creuse des terriers profonds dans les bois; sa nourriture est composée de fruits, de miel, de jeunes animaux.



Fig. 140. — Loutre (longueur 0m,80).

Bien qu'ils détruisent un grand nombre de petits Rongeurs, les Mustélidés sont des *animaux nuisibles*, car ils mangent beaucoup de volaille et de petit gibier.



Fig. 141. — Blaireau (longueur 0m,84).

On comprend encore dans ce groupe : la *Martre zibeline*, l'*Hermine* et le *Vison*, communs en Sibérie. Ces animaux y sont chassés pour leur précieuse fourrure.

L'**Ours**, de la famille des **Ursidés**, est plantigrade et omnivore comme le Blaireau; ses molaires sont garnies de tubercules émoussés. Grimpeur excellent, bien que son corps soit lourd et

trapu, il peut aussi se tenir debout sur ses pattes de derrière et s'asseoir sur son arrière-train (fig. 142).



Fig. 142. — Ours (longueur 2 mètres).

Dans nos contrées montagneuses (Alpes, Pyrénées), on trouve l'*Ours brun* au pelage épais, qui vit dans sa jeunesse de bourgeons, de fruits et de miel ; en vieillissant il devient carnivore, tue Moutons, Bœufs, etc. Il s'engraisse par une nourriture abondante en automne, s'endort pour l'hiver et se réveille amaigri au printemps : c'est un *animal hibernant*.

Les régions glaciales sont habitées par l'*Ours blanc ;* cet animal, exclusivement carnivore, mange Phoques et Poissons ; il est redoutable pour l'Homme.

1re et 3e années.

III. ORDRE DES INSECTIVORES. — *Mammifères carnivores de petite taille, se nourrissant en général d'Insectes; molaires hérissées de pointes aiguës.*

La *Taupe*, la *Musaraigne* et le *Hérisson*, rangés dans ce groupe, brisent avec leurs molaires pointues la carapace des Insectes dont ils se nourrissent; ils détruisent aussi beaucoup de larves et de Vers. Ils sont tous hibernants.

La **Taupe** (fig. 91) a le corps allongé, protégé par un pelage soyeux, le nez prolongé en trompe, les oreilles et les yeux à peine visibles, les pattes antérieures beaucoup plus fortes que celles de derrière et propres à fouir le sol.

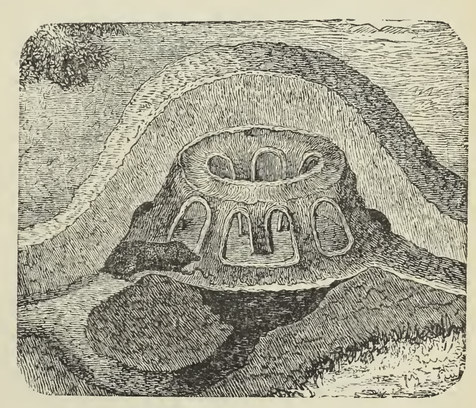


Fig. 143. — Galeries de la Taupe

Très commune en France, la Taupe se creuse rapidement une habitation souterraine (*taupinière*, fig. 143), composée de galeries nombreuses reliées entre elles et communiquant avec une chambre centrale. Elle dévore tout animal engagé dans ses galeries (Insectes, Vers, Mulots, Grenouilles); elle s'attaque parfois aux Serpents.

Les services que rend la Taupe à la culture ont une importance bien autre que les dégâts qu'elle cause en creusant ses galeries.



Fig. 144. — Musaraigne (longueur 0m,07).

La *Musaraigne* (fig. 144), le plus petit des Mammifères, a un museau long et pointu armé de dents aiguës; courtes oreilles.

Elle habite nos prairies et les bois humides, fait la chasse aux Insectes et ne craint pas d'attaquer les Mulots et les Campagnols, beaucoup plus gros qu'elle.

Le *Hérisson* (fig. 145) a le dos couvert de forts piquants qui se *hérissent*, lorsque l'animal attaqué se roule en boule.



Fig. 145. — Hérisson (longueur 0m,20).

Très répandu en Europe, il se blottit dans les broussailles pendant le jour; la nuit, il mange Insectes, Limaces, Mulots et Serpents.

Ainsi *les Insectivores sont des animaux essentiellement utiles à l'agriculture ;* les cultivateurs ne doivent pas détruire ces précieux auxiliaires comme ils en ont la fâcheuse habitude.

Fig. 146. — Chauve-souris.

IV. ORDRE DES CHÉIROPTÈRES. — *Mammifères insectivores, capables de voler dans l'air.*

Les **Chauves-souris** (fig. 146) sont pourvues d'une *membrane*

alaire qui s'étend entre les doigts des membres antérieurs, rejoint les membres postérieurs et la queue; elles peuvent s'élancer dans l'air et y voler sans bruit. Ces animaux nocturnes et hibernants possèdent de petits yeux, mais leurs organes de l'odorat, de l'ouïe et du toucher sont extrêmement sensibles.

Les Chauves-souris sortent de leurs retraites obscures après le coucher du soleil, en quête des Insectes dont elles font leur proie ; aussi *sont-elles utiles à l'agriculture dans nos pays.*

Le *Vampire*, grosse Chauve-souris de la Guyane et du Brésil, suce le sang des animaux et de l'Homme qu'elle surprend pendant le sommeil.

La *Roussette* frugivore de l'Inde commet des dégâts dans les plantations.

V. *ORDRE DES PINNIPÈDES.* — *Mammifères carnivores, adaptés à la vie aquatique.*

Le **Phoque** (fig. 92) et le **Morse** ont le corps allongé muni de 4 membres courts; chaque membre est devenu une nageoire à 5 doigts armés de griffes; les pattes antérieures servent surtout à la marche sur le sol



Fig. 147. — Morse (longueur 3 à 4 mètres).

les pattes postérieures à la natation. Le Morse se distingue du Phoque par ses longues canines dirigées en bas (fig. 147).

Ces animaux vivent sur les côtes dans les pays froids. On les pêche pour en utiliser la graisse et la peau.

VI. ORDRE DES RONGEURS. — *Mammifères herbivores onguiculés, pourvus d'incisives à croissance continue.*

Prenons le **Lapin** (fig. 148) comme type des Rongeurs. Il possède de grandes incisives (fig. 26, 1) avec une racine large ouverte, où pénètrent de nombreux vaisseaux sanguins qui en assurent la croissance indéfinie; ces dents, couvertes d'émail sur leur face antérieure, s'usent en biseau et sont tranchantes. Le Lapin les utilise pour réduire en pulpe les racines et autres matières végétales dont il se nourrit; la pulpe est râpée et broyée par les molaires (2) qui jouent le rôle de limes. Pas de canines.



Fig. 148. — Lapin (longueur $0^m,60$).

Le Lapin a de longues oreilles qui perçoivent le moindre bruit; avec ses pattes antérieures courtes et armées de fortes griffes, il se creuse des terriers dans les landes (*Lapin de garenne*), y vit en société et en sort le soir pour paître tranquillement. Comme il donne naissance à beaucoup de petits, le Lapin constitue une source de bénéfices pour l'Homme qui l'élève en domesticité.

Le *Lièvre* diffère du Lapin par plusieurs caractères : ses pattes postérieures très longues lui permettent de faire des bonds prodigieux ; il ne se creuse pas de terrier et s'abrite dans un sillon ou sous un buisson; il vit solitaire et donne naissance à quelques petits couverts de poils (tandis que les jeunes Lapins sont nus); les jeunes abandonnent leur mère au bout de peu de temps.

En raison de leur chair fort appréciée, le Lapin et le Lièvre (groupe des **Léporidés**) sont recherchés des chasseurs.

Le *Rat*, la *Souris*, le *Mulot*, le *Campagnol*, etc., forment le groupe des **Muridés**. Ces petits animaux, qui se multiplient avec une

effrayante rapidité, sont célèbres par les *dégâts qu'ils causent dans les maisons et les greniers.*

Le **Rat** noir, introduit en Europe par les navires à l'époque des croisades, s'est multiplié rapidement ; mais il a été presque totalement détruit chez nous par le *Surmulot*, beaucoup plus fort.

La *Souris* (fig. 149), au pelage gris, a de grandes oreilles nues et une longue queue écailleuse ; elle s'installe partout où l'homme élit domicile et se nourrit de graisse, de suif, de papier, des substances les plus variées.



Fig. 149 — Souris (longueur $0^m,09$).

Le *Mulot*, au pelage fauve avec des pattes blanches et une queue écailleuse, se creuse dans les champs des terriers où il accumule d'abondantes provisions (glands, épis, etc.); il ronge l'écorce des jeunes arbres et attaque les petits Oiseaux.

Cet animal est *très nuisible à l'agriculture*, ainsi que le *Campagnol* qui en diffère par ses formes lourdes, sa tête large avec de petites oreilles, une queue courte et velue.

Le Campagnol des champs coupe les tiges de Blé avant la moisson et emporte les épis dans son terrier; il ravage les champs de carottes, coupe les racines du jeune trèfle et dévaste les semailles à l'automne.

Le **Loir** et le *Lérot*, très friands de fruits et par cela même *nuisibles*, sont des Rongeurs agiles voisins des Rats; ils se rapprochent de l'Écureuil par leur queue touffue et sont hibernants comme ce dernier.

L'Écureuil (fig. 150) a le corps élancé, de longues oreilles garnies d'un pinceau de poils et la queue touffue; il présente deux pelages : l'un d'*été*, roux brillant et blanc en dessous; l'autre d'*hiver*, roux moins vif et mêlé de gris.

Dans les pays du Nord, sa fourrure devient entièrement grise en hiver (petit-gris); elle est très recherchée.

L'Écureuil habite les bois, surtout les grandes forêts de Pins; il vit de fruits, de bourgeons de Pins et de Sapins. Il construit son nid au sommet des grands arbres avec des bûchettes entrelacées et de la mousse; il fait des provisions qu'il consommera à diverses reprises pendant l'hiver en se réveillant de son sommeil hivernal.



Fig. 150. — Écureuil (longueur 0m,25).

Ses ongles pointus et recourbés en font un excellent grimpeur; il saute avec agilité, se pose sur ses membres postérieurs et sa queue pour grignoter les graines qu'il tient avec ses pattes de devant.

La *Marmotte*, rangée avec l'Écureuil dans le groupe des **Sciuridés**, a le corps lourd, de petites oreilles, une queue courte. Elle habite les hautes régions des Alpes et dort 9 mois de l'année.

Parmi les Rongeurs, on classe aussi le *Castor*; cet animal, qui atteint jusqu'à 0m,80, vivait autrefois aux environs de Paris; il est à peu près cantonné dans le Canada. A l'aide de ses dents, le Castor coupe les arbres dont il fera des digues; sa *large queue* lui sert pour pétrir la terre glaise qu'il emploie dans ses constructions.

La chair du Castor est excellente; sa fourrure a été fort recherchée.

VII. ORDRE DES PROBOSCIDIENS. — *Mammifères ongulés, pourvus d'une longue trompe préhensile.*

L'Éléphant (fig. 151) constitue cet ordre à lui seul. C'est le plus gros animal terrestre (7,000 kilogr.). Son corps massif, soutenu par un puissant squelette, présente en avant une tête grosse et courte reliée à la colonne vertébrale par de forts ligaments. Le cou est court; l'animal, ne pouvant baisser la tête, prend ses aliments à l'aide d'une *trompe* due à l'allongement de son nez jusqu'au niveau du sol; la trompe est même pourvue à son extrémité d'une sorte de petit doigt qui peut saisir les objets de faible dimension. Les 2 cavités nasales se prolongent dans la trompe par 2 tubes qui s'ouvrent à son extrémité.

La dentition ne comprend que 2 incisives à la mâchoire supé-

rieure (*défenses* en ivoire) et 4 énormes molaires, une de chaque côté de chaque mâchoire; la table des molaires est garnie de crêtes d'émail formant des ellipses chez l'*Éléphant d'Asie,* des losanges chez l'*Éléphant d'Afrique.*

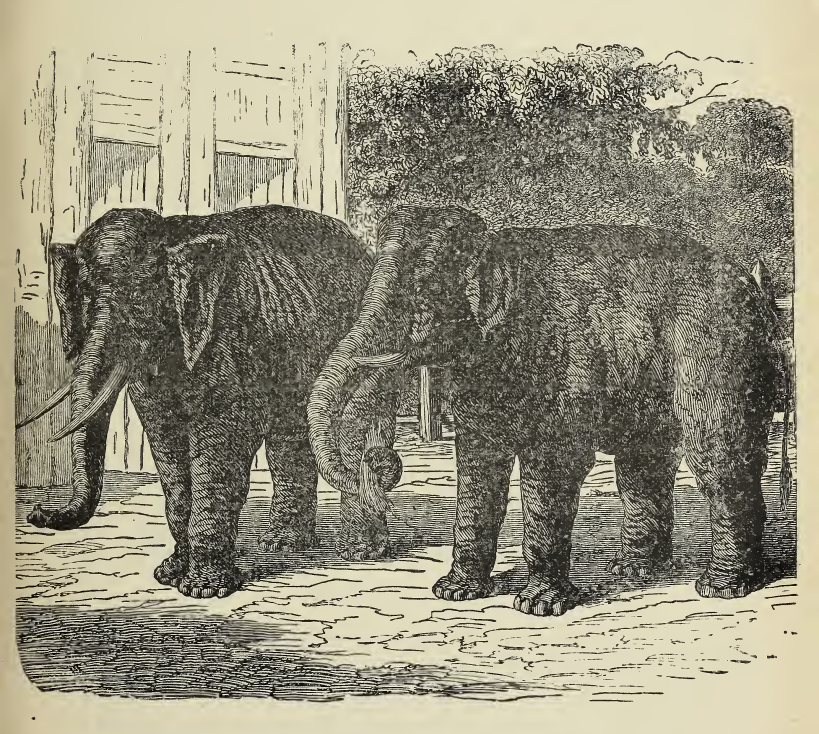


Fig. 151. — Eléphants (d'Afrique et d'Asie), hauteur 5 mètres.

Le corps est porté par 4 membres forts, dont chacun est terminé par 5 doigts enveloppés de sabots.

L'Éléphant d'Asie est plus petit que celui d'Afrique, mais beaucoup plus intelligent et pourvu de petites oreilles; l'Homme l'a réduit en domesticité et l'utilise commme bête de somme

Les longues défenses que possède l'Éléphant d'Afrique sont l'objet d'un commerce actif chez les peuplades de cette partie du monde; c'est de là que nous tirons la plus grande partie de l'ivoire travaillé en Europe.

1re et 3e années.

VIII. *ORDRE DES PÉRISSODACTYLES.* — *Mammifères ongulés, dont les membres sont terminés par un nombre* **impair** *de doigts de longueur inégale.*

Le **Cheval** en est le meilleur type (fig. 152). C'est un excellent coureur, haut monté sur pattes.

Son pied fin (fig. 88, A) est très allongé, pourvu d'un seul doigt [le 3e]; l'extrémité de ce doigt est coiffée d'un large

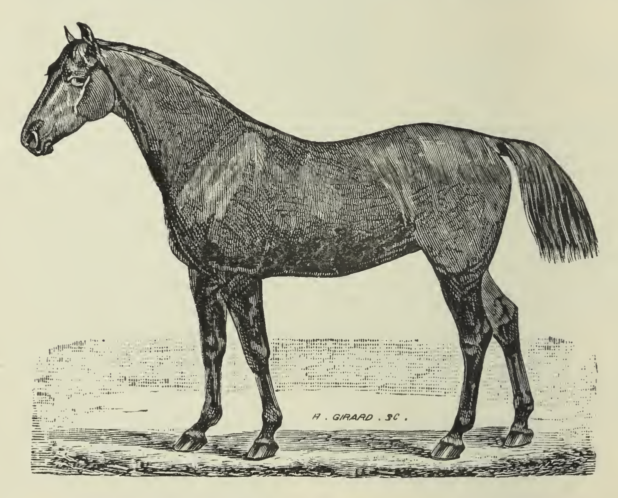


Fig 152. — Cheval.

sabot qui porte seul sur le sol. Le Cheval est digitigrade au plus haut point. Le sabot croît constamment du côté interne; on le protège de l'usure rapide en *ferrant* l'animal.

La dentition comprend à chaque mâchoire : 6 fortes incisives coupantes dont l'apparition et le degré d'usure permettent aux maquignons de connaître l'âge du Cheval; 2 canines très petites, souvent absentes chez la Jument; 12 grandes molaires à couronne aplatie, propres à broyer les aliments végétaux.

On appelle *barre* l'espace qui sépare les molaires des dents antérieures; c'est là qu'est introduit le *mors,* muni d'une bride avec laquelle on guide le Cheval attelé.

Le Cheval a une robe non rayée, la tête allongée et grêle avec de courtes oreilles et une bouche d'ouverture étroite; son

cou est garni d'une crinière flottante; sa queue est couverte de crin jusqu'à la base.

La femelle du Cheval s'appelle *Jument;* le petit est le *Poulain* que sa mère allaite pendant 3 mois.

Le Cheval vit en troupes à l'état sauvage. En France, il habite les plaines de la Camargue et les dunes de Gascogne.

Domestiqué depuis longtemps, le Cheval est un auxiliaire de l'Homme comme coursier et comme animal de trait; on utilise pour la boucherie ceux de ces animaux qu'un accident a mis hors de service. C'est un préjugé ridicule de prétendre que la viande de Cheval ne peut entrer dans une bonne alimentation.

L'*Ane* se distingue du Cheval par ses longues oreilles, sa crinière dressée, sa queue courte pourvue de crins à l'extrémité seulement.

Sobre, facile à nourrir, plus robuste que le Cheval, l'Ane est employé comme bête de trait, brutalisé bien injustement, c'est l'un de nos plus précieux animaux domestiques; de sa chair, on fait des saucissons (Lyon); le lait de l'ânesse est recommandé aux malades.

Pays d'élevage : Gascogne et Poitou.

Le *Mulet*, plus grand que l'Ane, a de longues oreilles; la sûreté de son pied le rend précieux comme bête de somme dans les pays montagneux.

Le *Zèbre* et l'*Hémione* forment, avec le *Cheval* et l'*Ane*, la tribu des **Équidés**.

On range aussi, parmi les Périssodactyles, le *Tapir* et le *Rhinocéros*.

Le *Tapir*, de la taille d'un petit Ane, est un animal timide pourvu d'une courte trompe; il vit sur le bord des cours d'eau, dans les forêts marécageuses de l'Inde et de l'Amérique du S.

Le *Rhinocéros*, aux formes lourdes, est pourvu d'une forte cuirasse et d'une tête allongée armée de 1 ou 2 cornes sur le nez; ses membres sont terminés par 3 doigts (fig. 88, B). Il vit dans les forêts tropicales de l'Afrique et de l'Asie; c'est un animal redoutable dont la peau épaisse se laisse difficilement entamer par les projectiles; il ravage les plantations.

IX. ORDRE DES ARTIODACTYLES. — *Mammifères ongulés, dont les membres sont terminés par un nombre* **pair** *de doigts.*

Ces animaux reposent sur le sol par 4 membres terminés par un *pied fourchu;* ce pied comprend 2 doigts médians d'égale longueur, avec ou sans 2 doigts latéraux plus petits (fig. 89).

Ce groupe comprend : les animaux qui *ruminent* [**Ruminants**] et ceux qui *ne ruminent pas* [**Porcins**].

1re et 3e années.

1° **Ruminants.** — Le Bœuf est un Ruminant (fig. 153), c'est-à-dire qu'il mâche deux fois successivement l'herbe qu'il a mangée, grâce à un jeu particulier de son estomac composé de 4 poches (voir page 35).

Son front large et plat porte, en arrière des yeux, 2 *cornes creuses,* lisses, à section circulaire, recourbées en croissant; ces cornes coiffent des prolongements de l'os frontal. Son mufle est

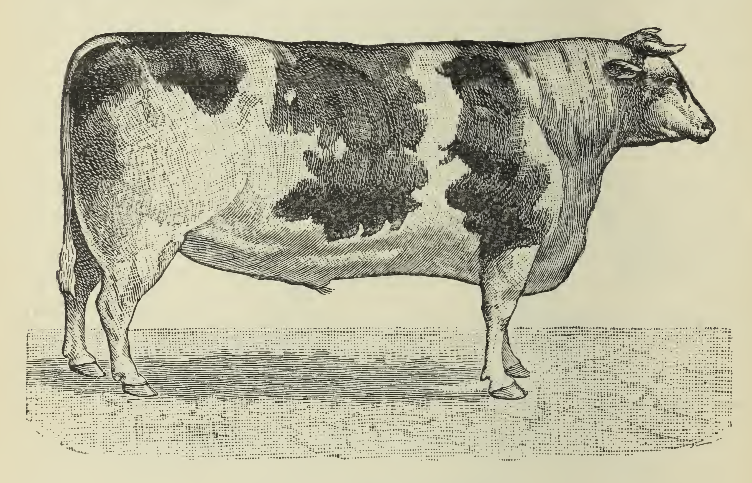


Fig. 153. — Bœuf (race Durham).

tronqué et sans poils. Ses mâchoires portent des molaires larges propres à broyer l'herbe, mais pas de canines; les incisives n'existent qu'à la mâchoire inférieure et sont remplacées par une loupe de graisse à la mâchoire supérieure[1].

Les membres du Bœuf sont terminés par 2 doigts dont les dernières phalanges seules touchent le sol. Cet animal possède 4 mamelles en général; son pelage est grossier.

Le Bœuf ne vit plus guère à l'état sauvage; il présente de nombreuses races créées *par sélection* pour le *travail*, la *boucherie* ou le *lait;* avec sa graisse, on fait du suif; avec sa peau, des chaussures; son sang sert à clarifier les liquides; ses os, sa corne et son fumier constituent d'excel-

1. Voir la figure 27 représentant la dentition du Chevreuil, identique à celle du Bœuf.

lents engrais. Le mâle s'appelle *Taureau;* la femelle est la *Vache;* le jeune s'appelle *Veau.*

On range à côté du Bœuf, dans la tribu des **Bovinés** : le *Buffle*, domestiqué en Italie; le *Bison* d'Amérique, pourvu d'une forte crinière sur la tête et le cou; le *Yack* du Thibet et de la Mongolie.

Le *Mouton* et la *Chèvre* appartiennent à la tribu des **Ovinés** qui se distingue de la précédente : par les cornes creuses côtelées, comprimées latéralement et recourbées en arrière; par le pelage fin, apprécié dans l'industrie; par 2 mamelles seulement.



Fig. 154. — Mouton.

Le *Mouton* (fig. 154) a les cornes enroulées, le crâne large, le front plat, le menton imberbe ; c'est l'un des premiers animaux que l'Homme ait domestiqués.

Il est précieux par sa laine, fine et abondante chez le *Mouton mérinos;* l'Homme en confectionne ses vêtements (drap, flanelle) ; le *Mouton de prés salés* a une chair exquise; le lait de Brebis sert à faire des fromages. Le mâle s'appelle *Bélier ;* la femelle est la *Brebis;* les jeunes sont des *Agneaux.*



Fig. 155. — Bouc de Cachemire (hauteur 0m,80).

La *Chèvre* (fig. 155) a les cornes dressées presque parallèles, le crâne étroit, le front bombé, de la barbe au menton et 2 longues mamelles pendantes. A l'état sauvage, elle

habite encore les hautes montagnes de l'ancien continent, grimpant le long des pentes escarpées pour y brouter.

La Chèvre domestique présente de nombreuses races, utilisées pour leur laine (Cachemir) et leur lait. La chair en est peu estimée, sauf celle du *Chevreau* (jeune). La peau du *Bouc* (mâle) et de la *Chèvre* (femelle) sert à faire des chaussures; celle du Chevreau, plus souple, est employée pour confectionner les gants.

Le *Chamois*, l'*Antilope*, la *Gazelle*, aux cornes minces et allongées, au corps svelte porté sur de longues jambes grêles, forment, avec les Bovinés et les Ovinés, le groupe des **Ruminants à cornes creuses et persistantes**

Le **Cerf** est le type des **Ruminants à cornes pleines et caduques (bois**, fig. 156). Sa tête porte 2 proéminences cornées reposant sur 2 apophyses de l'os frontal.

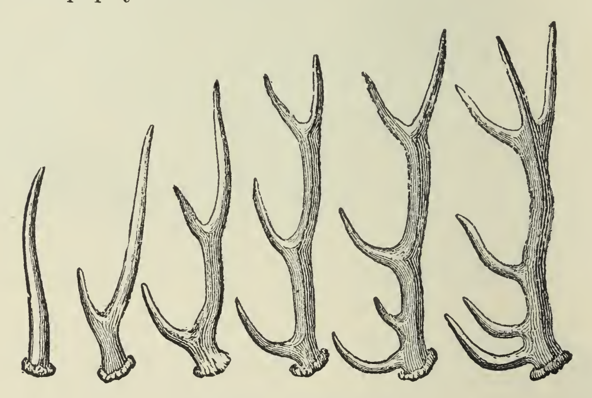


Fig. 156 — **Bois de Cerf.**

Le 1er bois est une simple *dague*; le 2e porte un *andouiller* à la base; le 3e porte 2 andouillers et ainsi de suite, le nombre des andouillers croissant avec l'âge de l'animal considéré (*ramure*). Les femelles n'ont pas de ramure, sauf chez le Renne.

Tous les ans, les Cerfs perdent leurs bois et il leur en repousse d'autres; la rupture s'en opère au niveau d'une *meule* qui occupe la base du bois. Après la chute, apparaît une proéminence molle, sillonnée de vaisseaux sanguins, qui produira le bois nouveau.

Le Cerf porte ses bois entre 2 grandes oreilles dressées; au bord interne des yeux, on remarque des *larmiers* ou fossettes

lacrymales. Ses membres grêles sont terminés par 2 doigts médians très développés et 2 doigts latéraux rudimentaires.

Cet animal agile et toujours en éveil habite nos forêts.

La femelle du Cerf s'appelle *Biche;* le petit est le *Faon.*

On range à côté du Cerf : le *Chevreuil* (fig. 157) dont les bois fourchus sont courts et la chair fort estimée; le *Daim* aux bois palmés, qui habite



Fig. 157. — Chevreuil (hauteur 0m,80).

l'Afrique, le midi de l'Italie et de l'Espagne : l'*Élan;* le *Renne* des régions boréales, domestiqué par l'Homme auquel il est précieux par sa chair, son lait, sa peau et ses bois ; le Renne est, de plus, un animal de trait.

La *Girafe* est aussi un Ruminant; elle porte sur la tête 2 petits cornillons recouverts par la peau; sa tête grêle est à l'extrémité d'un long cou; son corps étroit est perché sur de longues jambes; aussi cet animal disgracieux atteint-il une hauteur de 6 mètres.

La Girafe habite les plaines boisées de l'Afrique.

Le *Chameau* d'Asie à 2 bosses et le *Dromadaire* d'Afrique à 1 bosse ressemblent aux Ruminants par leur organisation; mais ils sont dépourvus de cornes, possèdent des incisives aux 2 mâchoires et des canines.

Ces animaux vivent dans les steppes ; l'Arabe les utilise comme chevaux du désert, car leur pied terminé par une large semelle ne s'enfonce pas dans le sable; ils portent jusqu'à 200 kilogrammes.

Ils peuvent rester une semaine sans manger ni boire, car ils accumulent dans leur panse une provision d'eau avant d'entreprendre une traversée.

2e **Porcins**. — Le Porc ou Cochon est le type domestique de ce groupe ; le *Sanglier* en est le représentant sauvage (fig. 158).

Tous deux ont un mufle terminé par un groin, une dentition

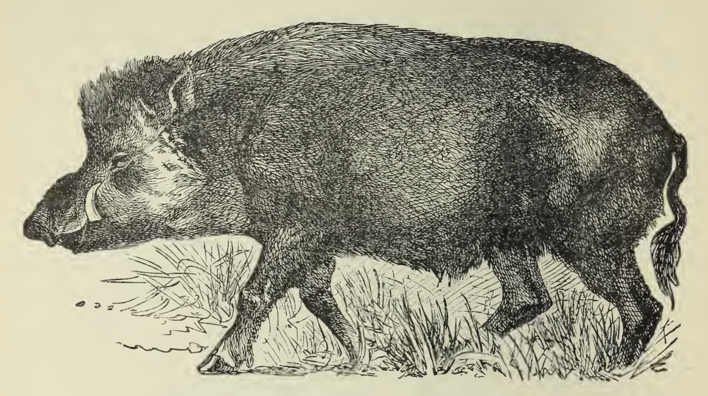


Fig. 158. — Sanglier (hauteur 1 mètre).

complète, un estomac simple et les membres terminés par **4** doigts dont les 2 médians seuls portent sur le sol (fig. 98, *A*).

Le *Porc* s'engraisse rapidement ; il fournit une chair excellente *quand elle est bien cuite*, et du *lard;* on en retire le saindoux ou graisse de Porc fondue ; avec les *soies* qui couvrent son corps, on fait des brosses et des pinceaux.

Le mâle s'appelle *verrat;* la femelle ou *truie* allaite pendant 2 mois les jeunes *cochons de lait*.

Le *Sanglier* se distingue du Porc : par de fortes canines déjetées en dehors, ce qui en fait de redoutables défenses ; par les longues soies du dos qui forment une crinière hérissée.

Le mâle s'appelle *solitaire;* la femelle, *laie;* les jeunes sont des *marcassins*. Le Sanglier habite les forêts, depuis l'Inde jusqu'à l'O. de l'Europe et le N. de l'Afrique ; il cause beaucoup de dégâts dans les cultures. La chair en est estimée, surtout la *hure*.

L'*Hippopotame* a le corps lourd (3,000 kilogr.) avec un énorme groin ; il vit par bandes dans les fleuves de l'Afrique ; c'est un excellent nageur qui vient paître la nuit sur le rivage. La chair de cet animal est assez appréciée ; ses fortes canines fournissent de l'ivoire.

X. ORDRE DES CÉTACÉS. — *Mammifères homodontes ou dépourvus de dents, adaptés à la vie aquatique.*

Soit la **Baleine** (fig. 93). Son corps fusiforme est pourvu de 2 membres antérieurs seulement, transformés en nageoires; il est terminé par une queue en forme de nageoire horizontale sans squelette osseux.

La tête de la Baleine est énorme à cause du grand développement des os maxillaires qui ne portent pas de dents, mais de grandes lames cornées appelées *fanons;* les fanons font office de crible et retiennent les Mollusques et autres petits animaux dont se nourrit exclusivement ce colosse au gosier étroit.

Le cerveau de la Baleine est très réduit. Les narines communiquent avec l'extérieur par 2 orifices appelés *évents*, situés en avant du front; en arrière, elles se réunissent en un tube unique où fait saillie le larynx; les voies respiratoires et les voies digestives sont ainsi indépendantes : la Baleine peut respirer et avaler simultanément[1].

La Baleine, longue de 12 à 30 mètres, atteint jusqu'à 250,000 kilogr. (poids de 40 éléphants); elle se montrait autrefois près de nos côtes;

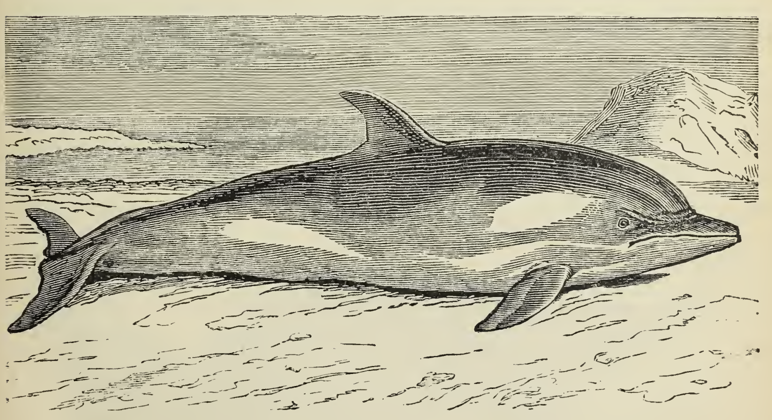


Fig 159. — Dauphin (longueur 2m,50).

mais, de plus en plus rare, elle se cantonne dans les mers boréales où vont la pêcher les baleiniers.

---

1. On croyait autrefois que la Baleine rejetait de l'eau par les évents; en réalité, c'est la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré qui se condense au contact de l'air froid et produit ces panaches de brouillard que l'on prenait pour des colonnes d'eau.

La femelle s'attache profondément à son petit qu'elle allaite; elle le quitte quand il est devenu vigoureux et de belle taille.

On range aussi parmi les Cétacés : le *Cachalot* (18 à 20 mètres) dont la tête est énorme et la mâchoire inférieure seule pourvue de dents; le *Dauphin* (fig. 159) et le *Marsouin* ($1^m,60$ à $2^m,50$) pourvus de dents identiques sur les deux mâchoires; ces derniers abondent sur nos côtes où ils se nourrissent de Poissons, de Seiches, etc. ; on en a capturé jusque dans nos fleuves.

Les Cétacés, et particulièrement la Baleine et le Cachalot, fournissent beaucoup d'*huile* et du *spermaceti* (blanc de Baleine) employé pour fabriquer les bougies de luxe et les cosmétiques.

XI. ORDRE DES ÉDENTÉS. — *Mammifères homodontes terrestres.* Ce groupe, assez peu important, renferme des animaux étrangers à nos pays : les *Fourmiliers*, dépourvus de dents, qui capturent avec leur langue allongée les Fourmis dont ils se nourrissent; le *Tatou*, pourvu de dents toutes semblables et couvert d'une carapace écailleuse; le *Paresseux*, à 3 doigts, qui habite les forêts de l'Amérique du S. et s'y nourrit de feuilles.

XII. ORDRE DES MURSUPIAUX. — *Mammifères pourvus d'une poche marsupiale ventrale* (page 141).

Ce groupe complexe renferme des animaux qui pourraient être rangés dans la plupart des ordres précédents : ainsi le *Thylacine* et le *Dasyure* sont des carnivores; le *Myrmécobie* et la *Sarigue* (fig. 90) sont des insectivores; le *Phascolome* est un rongeur; le *Kanguroo* est un herbivore ongulé.

Les Marsupiaux sont nocturnes en général; ils vivent dans les régions boisées de l'Australie; quelques-uns habitent l'Amérique.

XIII. ORDRE DES MONOTRÈMES. — *Mammifères ovipares, pourvus d'un bec corné et d'un cloaque.*

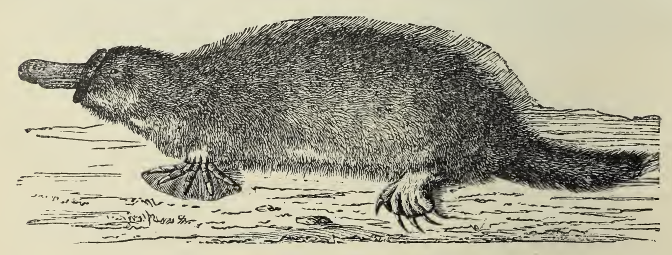


Fig. 160. — Ornithorhynque (longueur $0^m,45$).

Cet ordre comprend 2 animaux d'Australie :

L'*Ornithorhynque* (fig. 160) vit de vers et de larves, au bord des cours

d'eau ; comme le Canard, il possède un bec large et des pattes palmées, son corps est revêtu d'une fourrure épaisse.

L'Échidné (fig. 161) se nourrit de Fourmis qu'il prend avec sa langue visqueuse ; son bec est allongé et étroit ; ses pattes antérieures très fortes sont propres à fouir ; son corps est hérissé de piquants.



Fig 161. — Échidné (longueur 0m,45).

Les Monotrèmes se rapprochent : 1° des **Reptiles** par leurs membres insérés latéralement ; 2° des **Oiseaux** par leur bec corné, l'existence d'un cloaque (ouverture commune à l'anus et aux uretères) et par la ponte d'œufs ; 3° des **Mammifères** par leurs mamelles contenues dans une *poche marsupiale* où ils recueillent leur petit au sortir de l'œuf, et par leur corps couvert de poils.

§ 2. CLASSE DES OISEAUX

Les Oiseaux sont des Vertébrés vivant dans l'air ; leur corps est couvert de **plumes** ; *ils possèdent 4 membres dont les 2 antérieurs sont transformés en* **ailes** *affectées au vol ; ils ont un* **bec corné** *et sont* **ovipares**.

Caractères essentiels. — Les Oiseaux *volent* et se reposent sur la terre ; cela suffit à nous expliquer leur organisation.

Pour qu'elle puisse voler, l'Hirondelle, par exemple, doit avoir un corps léger, posséder des rames étendues et légères qui frappent l'air (*ailes* pourvues de plumes),

Fig 162 — Hirondelle de cheminée (longueur 0m,27).

et un gouvernail pour diriger son vol (plumes de la queue); elle doit être pourvue de pattes, pour se reposer sur le sol et y chercher quelque nourriture.

Légèreté du corps. — Elle est due surtout à ce que les *os du squelette sont creux*, ce qui ne nuit en rien à leur solidité; les cavités des os communiquent avec l'appareil respiratoire, d'où elles reçoivent de l'air. (Voir les autres détails concernant le squelette des Oiseaux, page 99.)

Vol. — Il est facilité par la légèreté de la tête qui est petite, par la conformation du tronc ovoïde et carèné en avant pour fendre plus facilement l'air : cette carène est due à une saillie du sternum appelée *bréchet* (*br*, fig. 95), saillie très développée chez les Oiseaux bons voiliers, car c'est sur elle que s'insèrent les muscles moteurs des ailes.

Les *plumes*, toutes dirigées d'avant en arrière, dont le corps est couvert, opposent une faible résistance à l'air qui glisse sur elles.

Les plumes plus grandes sont celles des ailes (*rémiges* et *tectrices*) insérées sur les os de l'avant-bras et de la main, et celles de la queue (*rectrices*) insérées sur les dernières vertèbres de la colonne vertébrale.

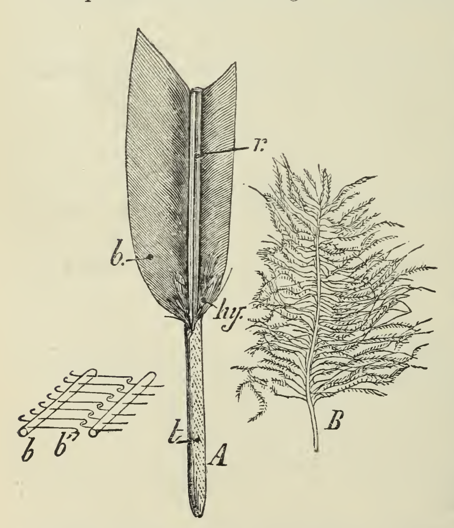


Fig. 163. — Plumes : A, grande plume ; *t*, tuyau ; *r*, rachis ; *b*, barbes ; *hy*, hyporachis. — A gauche, *b*, barbe portant les barbules crochues *b'*. — B, plume à barbules disjointes.

Une plume, *A* (fig. 163), présente une hampe composée d'un *tuyau, t,* tube corné surmonté d'un *rachis*, *r*, qui porte les *barbes, b.* Les barbes sont munies de *barbules* en crochet, *b'*, qui les retiennent fortement; grâce à ce dispositif, la plume est une véritable rame aérienne.

Les barbes sont indépendantes chez les Autruches.

Le *duvet*, *B*, est formé de plumes avec des filaments longs et fins (Cygne, Oie, Eider).

Les plumes ont non seulement pour rôle de faciliter le vol de l'Oiseau, mais encore d'emprisonner autour du corps une couche

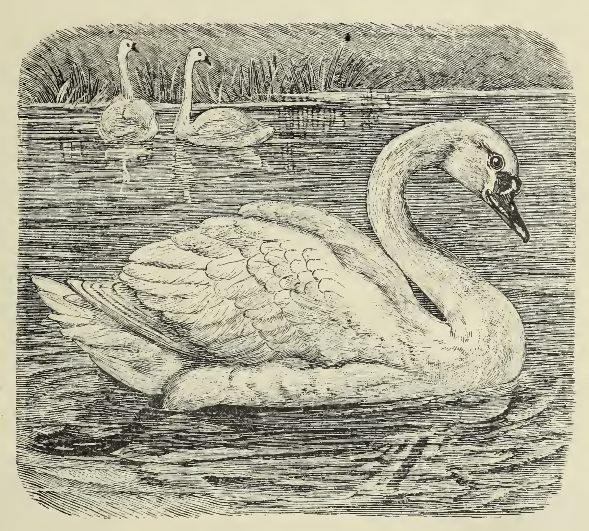


Fig. 164. — Cygne

d'air chaud. Les Oiseaux nageurs, comme le Cygne (fig. 164), tout en lissant leurs plumes avec leur bec, les imprègnent d'une matière grasse que sécrète une glande placée sous la queue.

Station sur le sol. — L'Oiseau se repose ordinairement sur les branches des arbres ou sur le sol; son corps se maintient alors *obliquement* sur 2 membres inférieurs terminés par 4 doigts d'ordinaire. Les Oiseaux qui marchent et stationnent au bord des eaux sont généralement montés sur de longues jambes : tels sont les Échassiers (Héron, fig. 165); ceux qui courent, comme l'Autruche, n'ont que 3 ou 2 doigts; ceux qui

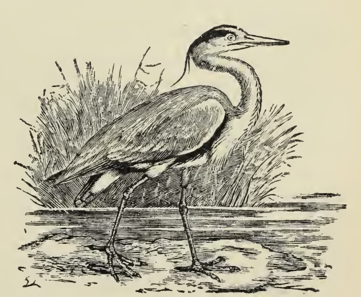
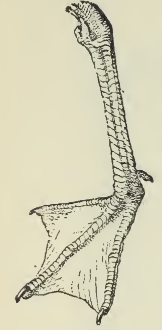


Fig. 165. — Héron (hauteur 0m,90).

nagent, comme le Cygne, ont les pattes palmées, c'est-à-dire les doigts réunis par une membrane (fig. 166).


Fig. 166. — Patte de Mouette.

Nutrition. — Les Oiseaux ont un *bec corné* qui varie de forme avec la nature de leur alimentation : conique et court chez ceux qui se nourrissent de graines (fig. 167), très crochu à la mandibule supérieure chez ceux qui vivent de chair (fig. 168), aplati et fendu jusqu'au-dessous des yeux chez ceux qui saisissent les Insectes au vol (fig. 94), large et plat chez ceux qui prennent des larves, des Vers et des Mollusques dans la vase (fig. 164), long et fort chez ceux qui se nourrissent de Poissons (fig. 165), etc.

Le *tube digestif* (fig. 30, *E*) présente 3 estomacs : le *jabot, j*, où les graines sont mises en réserve et amollies; le *ventricule succenturié, v.s*, où les aliments subissent l'action d'un suc digestif; le *gésier, gé*, à paroi musculaire, destiné à broyer les aliments, puisque l'Oiseau n'a pas de dents. L'intestin court débouche dans un cloaque, *cl*.

Fig. 168. — Tête de Faucon


Fig. 167. — Tête de Bouvreuil.

L'*appareil respiratoire* (fig. 46, A) se compose de 2 poumons communiquant avec des *sacs aériens* et avec les cavités des os. [Voir les compléments, page 49.]

L'*appareil circulatoire* est assez analogue à celui de l'Homme et des Mammifères; les Oiseaux ont aussi un cœur à 4 cavités, une circulation double et complète; leur température constante est de 42° environ. [Voir les compléments, page 67.]

L'*appareil urinaire* se compose de 2 reins sécrétant une urine épaisse, amenée dans le cloaque où elle revêt les excréments d'une couche blanchâtre.

Relation. — Les *organes des sens* sont inégalement développés. Le nez rudimentaire consiste en 2 narines situées à la base du bec. L'oreille est dépourvue de pavillon externe; néanmoins les Oiseaux ont l'ouïe fine. L'œil est très sensible,

car la vue des Oiseaux est perçante; cet organe peut être protégé contre un excès de lumière par une 3e paupière.

L'*encéphale* (fig. 169) est moins parfait que chez l'Homme. Les hémisphères cérébraux, plus petits, ne recouvrent ni le cervelet, *Ce*, ni les tubercules quadrijumeaux remplacés ici par 2 *lobes optiques, Lo.*

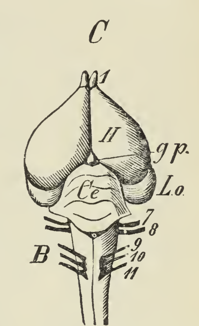


Fig. 169. — Encéphale du Dindon. *H*, hémisphères cérébraux; *Le*, lobes optiques; *Ce*, cervelet; *B*, bulbe.

Les Oiseaux possèdent 2 larynx : l'un, au commencement de la trachée-artère, leur sert à pousser des cris; l'autre, placé plus bas, leur permet de chanter.


Fig. 170. — Nid de Pinson.

Œuf. — Les Oiseaux se reproduisent au moyen d'*œufs* déposés dans un nid (fig. 170).

Un œuf (fig. 171) est composé : 1° d'une *coquille* calcaire, *coq*, très poreuse, perméable à

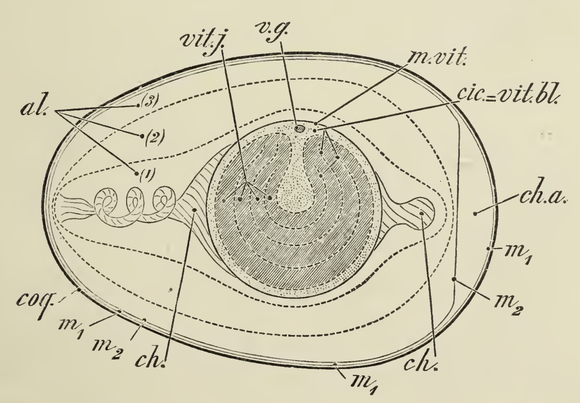


Fig. 171. — Œuf des Oiseaux, *coq*, coquille; m_1, m^2, membrane coquillière à deux feuillets; *ch.a*, chambre à air; *al*, albumen; *ch*, chalazes; *vit.j*, vitellus jaune; *vit.bl*, vitellus blanc formant la cicatricule, *cic*.

l'air nécessaire au jeune Oiseau en formation; 2° de 2 *membranes* fines, m_1 m_2, qui laissent entre elles une *chambre à air, ch.a,* au

gros bout de l'œuf; 3° d'une substance transparente appelée *albumine*, *al*, qui devient blanche et dure par la cuisson; 4° d'une sphère centrale appelée *jaune*, *vit.j;* le jaune présente, en un point de sa surface, une tache appelée *cicatricule*, *cic* : c'est le **germe** du petit Oiseau qui grandira dans l'œuf aux dépens du jaune et de l'albumine.

Les parents (la mère le plus souvent) couvent l'œuf qui éclôt au bout d'un temps plus ou moins long (12 à 18 jours pour les Oiseaux de petite taille, 21 jours pour la Poule, 6 semaines pour le Cygne).

Le Poulet sort de sa coquille les yeux ouverts, le corps garni de plumes et peut marcher de suite; le jeune Pigeon en sort les yeux clos, le corps nu et faible.

Division de la classe des Oiseaux en ordres. — Les Oiseaux forment une classe bien délimitée : ils ont tous des plumes.

Mais ils sont *bons* ou *mauvais voiliers* : ceux qui volent bien ont le sternum pourvu d'un bréchet saillant (**Carinates**); ceux qui ne volent pas sont dépourvus de bréchet (*Coureurs*).

Les Carinates sont divisés en ordres d'après la constitution de leurs pattes, la disposition de leurs doigts, la forme de leur bec : caractères dus à l'adaptation des Oiseaux à des modes de vie différents. — Le tableau suivant résume ces caractères.

					Ordres :
OISEAUX	Sternum avec bréchet : CARINATES	Pattes non palmées..	Bec fort souvent crochu.	4 doigts (2 en avant, 2 en arrière)	*Grimpeurs* [Coucou].
				Ongles crochus; 4 doigts dont 3 en avant..................	*Rapaces* [Chouette].
			Bec non crochu.	Petits oiseaux..................	*Passereaux.*
				Bec faible à la base; 4 doigts libres......................	*Pigeons.*
				Bec assez fort; doigts réunis en avant par une courte palmure	*Gallinacés* [Coq].
			Tarses très longs........................		*Échassiers* [Héron].
		Pattes palmées..........................			*Palmipèdes* [Oie].
	Sternum sans bréchet........................				*Coureurs* [Autruche].

I. *ORDRE DES GRIMPEURS. — Oiseaux à bec robuste; pattes terminées par 4 doigts : 2 dirigés en avant et 2 en arrière.*

Le **Pic** (fig. 173) est un Grimpeur par excellence; sa queue, pourvue de plumes raides, lui sert de point d'appui pour monter

aux arbres; à l'aide de son bec fort, il frappe violemment les arbres pour faire sortir les Insectes des fentes de l'écorce ; il peut aussi projeter sa langue en avant, pour saisir sa proie.

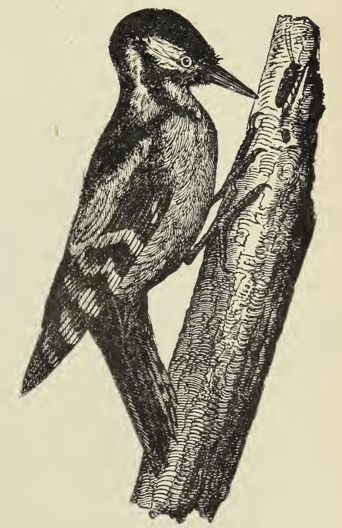


Fig. 172. — Pic Épeiche (longueur 0m,20)

Le Pic établit son nid dans les troncs pourris ; ses œufs sont blancs. *Il rend de grands services à la sylviculture* (culture des forêts) en détruisant beaucoup d'insectes et de larves.

Le *Coucou*, bien connu par son cri, est aussi un Grimpeur; son dos est gris cendré et son ventre blanc rayé de gris. Il détruit beaucoup d'Insectes et de Chenilles, mais il est nuisible en ce qu'il détruit les couvées.

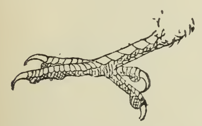


Fig. 173. — Coucou (longueur 0m,20).

La femelle ne construit pas de nid ; elle pond par terre un assez petit œuf qu'elle dépose furtivement, à l'aide de son bec, dans le nid d'une Fauvette ou d'un Traquet. L'œuf est couvé par l'Oiseau propriétaire du nid ; après l'éclosion, le jeune Coucou, beaucoup plus grand et plus turbulent que ses commensaux, les culbute hors du nid, sans que leurs parents cessent d'avoir les mêmes égards pour leur fils d'adoption.

Dans le même ordre on range les *Perroquets* dont la mandibule supérieure est crochue et la langue charnue (fig. 174). Ces Oiseaux, actifs et intelligents, s'apprivoisent facilement. Par l'éducation des mouvements de la langue, ils imitent la voix humaine.

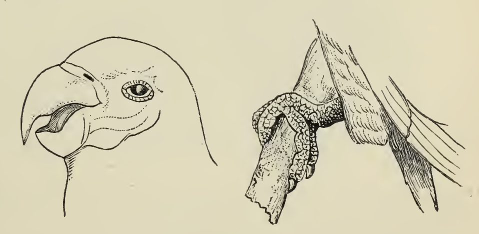


Fig. 174 — Tête et patte de Perroquet.

Leur plumage est parfois riche en couleurs.

Ils vivent en société dans les forêts tropicales et se nourrissent de fruits; ils pondent 1 ou 2 œufs dans un nid, au fond d'un creux d'arbre ou de rocher.

II. ORDRE DES RAPACES. — *Oiseaux carnivores, pourvus d'un bec et d'ongles crochus (serres).*

Cet ordre comprend : 1° des **Oiseaux de proie nocturnes**, comme le *Hibou* (fig. 175), pourvus de gros yeux dirigés



Fig 175. — Hibou et Chouette (longueur 0m,40 et 0m,30).

en avant et entourés d'une collerette de plumes ; leur corps est couvert d'un plumage souple et leur vol silencieux ;

2° des **Oiseaux de proie diurnes**, comme le *Faucon* (fig. 176), dont les yeux petits sont dirigés sur les côtés, le plumage raide et le vol bruyant.

1re et 3e années.

Le **Hibou** a des aigrettes de plumes entourant son conduit auditif externe ; la *Chouette* en est dépourvue.

Ces animaux, sensibles à l'action de la lumière, se cachent pendant le jour dans les trous des murailles et des arbres où ils font leur nid ; la nuit, ils détruisent un grand nombre de Rongeurs (Rats, Souris, Mulots); si *rarement* ils tuent de petits Oiseaux, *ils rendent d'immenses services à l'agriculture.*

On ne doit pas détruire les Hiboux et les Chouettes.

Le **Faucon** est le plus rapide voilier de tous les Rapaces; il comprend plusieurs espèces habitant l'Europe ; avec l'*Aigle* (fig. 177), le *Milan*, la *Buse*, il forme la tribu des **Falconidés** :

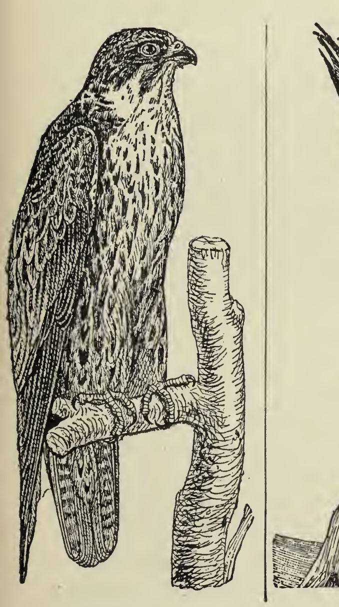


Fig. 176. — Faucon (envergure 0m,50).



Fig. 177. — Aigle fauve (envergure 1 mètre).

Oiseaux avec un bec court et de grandes ailes pointues, couverts de plumes sur le cou et sur les tarses.

Ces animaux se nourrissent de chair vivante, surtout de Mammifères et d'Oiseaux. La femelle couve seule dans son nid établi sur les arbres, sur les tours ou au sommet des rochers élevés (*aire* de *l'Aigle*).

Les Falconidés sont des Oiseaux nuisibles, car s'ils détruisent quelques Rongeurs, ils tuent les Oiseaux de basse-cour, les Moutons, les Chamois; l'Aigle royal enlèverait même des enfants?

Le *Vautour* (Europe méridionale) et le *Gypaète* (Alpes et Pyrénées) se distinguent des Falconidés par un gros bec, la tête et le cou nus; ils vivent de cadavres en général.

III. ORDRE DES PASSEREAUX. — *Oiseaux dont les tarses courts sont couverts de petites écailles; 4 doigts, dont 3 en avant et 1 en arrière, le plus souvent.*

Cet ordre comprend la foule des petits Oiseaux qui peuplent les campagnes et les bois où ils volent, sautent, chantent ou crient, et nous égayent autant par leur ramage varié que par leur brillant plumage, en général.

On y trouve : 1° des **Passereaux insectivores,** tels que l'*Hirondelle,* le *Martinet* (fig. 94), la *Fauvette;*

2° des **Passereaux granivores** comme le *Moineau.*

Passereaux insectivores. — **L'Hirondelle** (fig. 162) doit son vol très rapide à ses ailes longues et pointues; sa longue queue est fourchue, sa tête plate, son bec largement fendu.

L'Hirondelle de fenêtre, qui vient faire son nid en terre gâchée sous nos toits et dans les angles de nos fenêtres, se reconnaît à la couleur noir bleuâtre de son dos et la blancheur de son ventre; l'Hirondelle de cheminée a le ventre d'un blanc roux.



Fig. 178. — Mésange (longueur 0m,16)

Ces gentils Oiseaux, qui nous égayent par leur gazouillement, *sont* aussi *les auxiliaires les plus précieux des agriculteurs,* car ils mangent énormément d'Insectes et de larves; ils volent, le bec large ouvert, et saisissent au passage Mouches, Papillons, etc.

Les Insectes devenant plus rares *à l'automne, les Hirondelles se rassemblent en troupes et émigrent vers le Midi;* elles en reviennent au printemps suivant.

Le *Martinet* se distingue de l'Hirondelle par ses 4 doigts dirigés en avant; son vol est également plus rapide. L'*Engoulevent* ou Crapaud-volant, ainsi appelé à cause de sa large bouche, est un insectivore nocturne au plumage gris et mou.

A côté de ces *Oiseaux précieux*, on doit ranger encore, comme *Insectivores très utiles*, les Oiseaux au bec droit et généralement fin, tels que : la *Fauvette*, le *Roitelet*, le *Rossignol* des buissons et des bosquets, qui nous charment par leur ramage pendant la belle saison (le Rossignol mâle chante la nuit pendant que la femelle couve ses œufs); l'*Étourneau*, la *Mésange* au bec pointu, dont le corps est paré de vives couleurs (fig. 178).

Passereaux granivores. — Le **Moineau** (fig. 179) a le corps ramassé noir ou gris foncé, le bec robuste, court et conique,

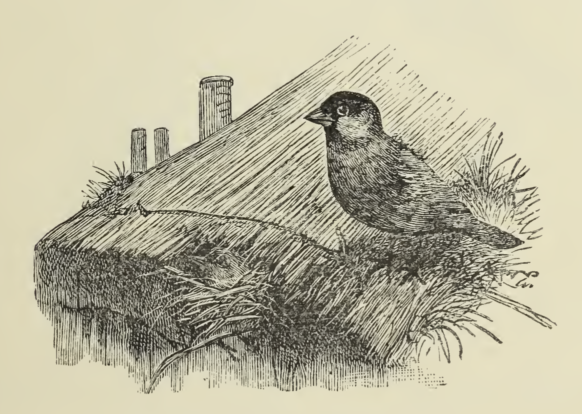


Fig. 179. — Moineau (longueur 0m,18).

propre à recueillir et briser les graines; il abonde dans la campagne et les vergers, car s'il est granivore, il ne dédaigne pas les fruits (cerises, poires, pèches, raisins, etc.).

Malgré sa gourmandise, *le Moineau nous est utile* par le grand nombre d'Insectes qu'il consomme.

Le *Pinson*, le *Chardonneret* (fig. 180), la *Linotte*, prennent rang à côté du Moineau et sont aussi utiles; le *Bouvreuil* (fig. 167) commet des dégâts au printemps, en mangeant les bourgeons des arbres fruitiers; l'*Alouette*, au bec plus allongé, est à la fois granivore et insectivore.

Si les Passereaux précédents nous sont précieux, *nous devons* par contre *détruire sans merci :* le *Corbeau*, la *Pie*, le *Geai*, la

Pie-Grièche, véritables Oiseaux de proie, qui détruisent les œufs et le petit gibier.

Fig 180. — Chardonneret (longueur $0^m,13$).

IV. ORDRE DES PIGEONS. — *Oiseaux au bec membraneux et faible à la base.*

Le **Pigeon** (fig. 181) a les ailes pointues des grands voiliers, les pattes faibles ; c'est le plus doux de nos Oiseaux domestiques.

Les Pigeons vivent en couples ; la femelle pond 2 ou 3 œufs que couvent les parents à tour de rôle.

Les *jeunes* naissent *faibles*, les *paupières closes ;* la mère les nourrit d'abord d'un liquide crémeux que

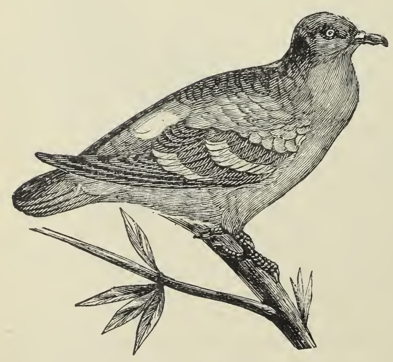


Fig. 181. — Pigeon (longueur $0^m,34$)

1re et 3e années.

produit son jabot, puis elle leur donne des graines ramollies également dans son jabot.

Le *Pigeon voyageur* vole plus rapidement que le Pigeon domestique; quand on l'emporte à quelque distance de son pigeonnier, il s'oriente facilement et y retourne au plus vite. On utilise ses qualités, dans l'art militaire, pour l'échange des dépêches avec les villes assiégées en temps de guerre.

La *Tourterelle*, au corps petit et élégant, est élevée en domesticité.

V. ORDRE DES GALLINACÉS. — *Oiseaux au corps ramassé, pourvu d'ailes arrondies et d'un fort bec.*

Le **Coq** est notre type le plus commun de ces Oiseaux mauvais voiliers et bons coureurs, qui cherchent leur nourriture sur le sol (graines, fruits, Insectes, Vers).

Le Coq (fig. 132) porte haut la tête dénudée sur les joues et ornée d'une crête charnue, rouge et dentelée; son corps est pourvu d'ailes arrondies, d'une queue longue avec de grandes plumes (couvertures) recourbées en faucille; ses pattes robustes ont les 3 doigts antérieurs garnis de fortes griffes pour gratter le sol. La femelle (*Poule*) a une parure plus terne que le mâle.

Le Coq, originaire de l'Inde, a été réduit en domesticité; ses nombreuses races (Cochinchinoise, du Mans, de la Bresse, de Houdan, Crève-Cœur, etc.) peuplent nos basses-cours.

Il se nourrit de graines, des larves et des Vers qui pullulent dans le fumier, des débris de la cuisine; il s'engraisse à peu de frais et son élevage rapporte de jolis bénéfices. En outre, la Poule pond des œufs (1 par jour en moyenne pendant la belle saison); les meilleures couveuses peuvent couvrir 15 à 20 œufs de leur corps et de leurs ailes. Les *poussins* naissent *agiles, les yeux ouverts;* ils se suffisent au bout de quelques jours.

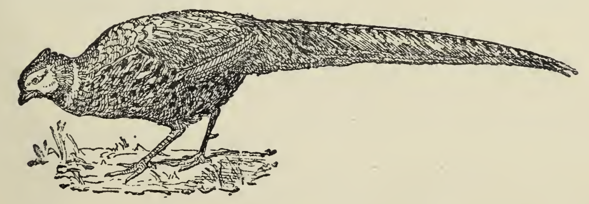


Fig. 182. — Faisan (longueur 0m,90).

Le *Faisan* (fig. 182), très voisin du Coq, est dépourvu de crête et orné d'une longue queue en forme de toit. Le Faisan doré, aux brillantes couleurs

et le Faisan argenté, au plumage moins éclatant, habitent les bois touffus.
Ils vivent surtout au voisinage des étangs et font l'objet de grandes chasses, car leur chair est fort recherchée.

Le *Paon* a une petite tête ornée d'une aigrette; les longues et légères couvertures de la queue du mâle sont richement décorées et d'un grand effet, lorsque l'animal *fait la roue:* aussi, malgré son cri désagréable, cet Oiseau sert d'ornement dans les parcs.

Le *Dindon* a une crête pendante couvrant sa tête et son cou; il atteint de grandes dimensions; sa parure a des reflets métalliques. Le mâle *fait la roue* en émettant un glouglou caractéristique. La chair du Dindon domestique est fort appréciée.

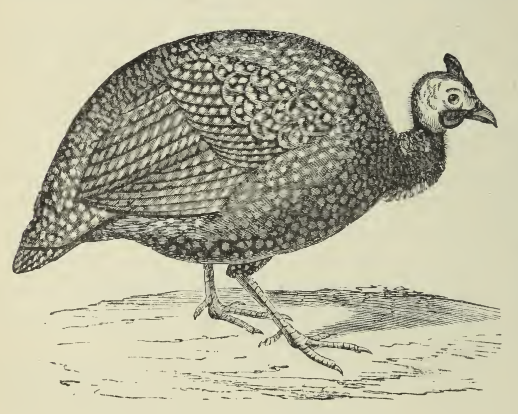


FIG 183. — Pintade (long. 0m,60)

La *Pintade* (fig. 183), originaire de l'Afrique, n'est pas aussi répandue dans nos basses-cours que les Gallinacés précédents; sa tête est nue en partie, son dos voûté, sa queue assez courte; son plumage gris sombre est tacheté de points blancs.

Le *Coq de Bruyère*, la *Perdrix* et la *Caille* sont des Gallinacés sauvages à la chair succulente, fort recherchés des chasseurs.

Le *Coq de Bruyère* est l'un des plus gros Oiseaux habitant les forêts de Pins des régions montagneuses; il vole lourdement avec bruit.



FIG. 184. — Perdrix rouge.

La *Perdrix* (fig. 184) a le bec court et épais.
La Perdrix grise a le dos brun rayé de noir, le ventre blanc, le bec brun; commune dans les plaines du N. de la France, elle fait son nid au pied d'une touffe d'herbe, dans les blés ou dans les prairies.

La Perdrix rouge a le dos brun olivâtre, une gorge blanche avec un collier noir, le ventre roux, le bec et les pattes rouges. Elle habite plus au S. de la France sur les coteaux exposés au soleil.

La *Caille*, plus petite que la Perdrix, a de longues ailes pointues. Elle émigre en septembre vers l'Algérie et revient en avril.

VI. ORDRE DES ÉCHASSIERS. — *Oiseaux perchés sur de longues pattes, pourvus de larges ailes et d' « un long bec emmanché d'un long cou ».*

Le **Héron** (fig. 165) atteint 1 mètre de haut et porte une grande huppe sur la nuque ; son plumage est gris cendré.

Comme la plupart des Échassiers, le Héron vit au bord de l'eau, dans les marécages. Tantôt il court rapidement sur le rivage; tantôt, immobile sur une patte et fixant l'eau, il surprend les Poissons et les Grenouilles dont il se nourrit en projetant brusquement sa tête en avant.

La **Cigogne** blanche est plus grande que le Héron; son plumage est d'un blanc sale; son bec et ses pattes sont rouges, ses ailes noires. Elle devient rare en France; on la voit, surtout dans les Vosges et en Alsace, établir son nid au faîte des cheminées, des églises, etc. Les paysans la respectent comme un oiseau sacré; elle se rend d'ailleurs *utile* en détruisant les Serpents.

La Cigogne et le Héron émigrent à l'automne par grandes troupes, vers les régions méridionales.

Le *Râle de genêts*, la *Poule d'eau*, la *Bécasse*, la *Bécassine*, l'*Outarde canepetière* sont autant d'Échassiers poursuivis comme gibier.

VII. ORDRE DES PALMIPÈDES. — *Oiseaux aquatiques, pourvus de pattes courtes aux doigts palmés* (fig. 166).

Le *Canard*, l'*Oie* et le *Cygne* sont nos Palmipèdes domestiques remarquables, comme tous les Oiseaux de cet ordre, par leur plumage serré, un duvet abondant, les pattes courtes déjetées en arrière et formant de puissantes rames à l'aide desquelles ils nagent; mais leur démarche sur le sol est maladroite.

Le **Canard** (fig. 185) a le bec large et aplati, terminé par un petit onglet au bout de la mandibule supérieure; les mandibules, dentelées sur le bord, permettent à l'animal de tamiser la vase, pour en retirer les Vers et les Mollusques dont il se nourrit.

Le Canard domestique nous donne sa chair et ses œufs. [Le jeune, au sortir de l'œuf, est couvert d'un fin duvet jaune; il a les yeux ouverts, se jette à l'eau et nage de suite.]

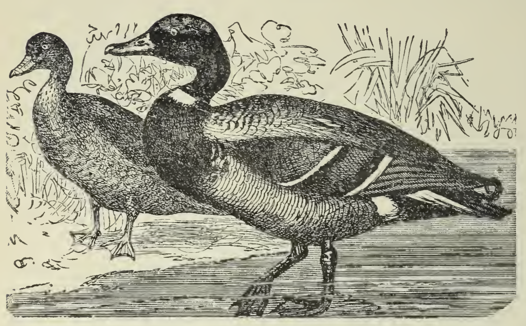


Fig. 185. — Canards.

Le *Canard sauvage* (souche des nombreuses variétés du Canard domestique) habite les marais et les cours d'eau; l'*Eider*, qui habite le N. de l'Europe, est recherché pour son fin duvet dont on remplit les édredons.

L'Oie (fig. 97) porte une lamelle cornée à l'extrémité du bec; elle est plus grande que le Canard et ses pattes sont moins rejetées en arrière; elle ne plonge pas.

Dans le Midi surtout, on donne à cet animal un excès de nourriture pour provoquer un développement exagéré de son foie (*foie gras* dont on fait des pâtés); sa chair délicate est cependant assez difficile à digérer.

Le Cygne (fig. 164), excellent nageur, est le plus élégant des Oiseaux aquatiques; aussi sert-il à l'ornement des pièces d'eau dans les parcs et les jardins. Il a le plumage d'un blanc immaculé et le bec surmonté d'une caroncule. Le Cygne domestique dérive du *Cygne muet* au bec rouge.

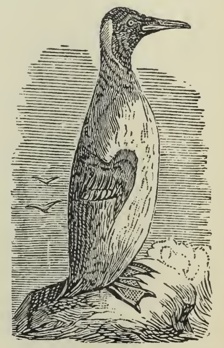


Fig. 186. — Manchot. (Haut. 1^m.)

Parmi les Palmipèdes, on range encore : la *Mouette*, l'*Hirondelle de mer*, qui vivent en société sur les bords de la mer; la *Frégate*, aux longues ailes pointues et au vol rapide; le *Cormoran* que les Chinois emploient pour la pêche. Dans les mers froides vivent le *Pingouin* et le *Manchot* (fig. 186), aux ailes courtes transformées en rames.

VIII. ORDRE DES COUREURS. — *Oiseaux au sternum sans bréchet; leurs membres antérieurs couverts de plumes sont impropres au vol.*

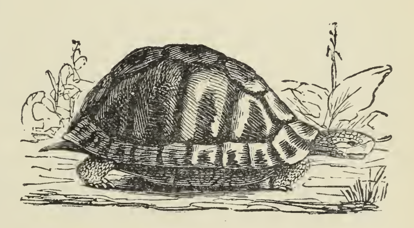
L'Autruche, qui habite les grandes plaines de l'Afrique, atteint $2^m,50$ de

hauteur; son corps est porté par de fortes pattes munies de 2 doigts seulement; sa tête petite, au bec plat et largement fendu, est portée par un long cou presque nu. Les grandes plumes souples de sa queue sont recherchées pour l'ornement des chapeaux et des éventails.

§ 3. CLASSE DES REPTILES

*Les Reptiles sont des Vertébrés vivant dans l'air ; leur corps est couvert d'***écailles** ; *ils sont pourvus ou non de membres et* **rampent** *sur le sol ; ils sont* **ovipares**.

Caractères essentiels. — Les Reptiles se ressemblent beaucoup moins entre eux que les Oiseaux ou les Mammifères. Ainsi la *Tortue* (fig. 187) est enveloppée d'une carapace d'où peuvent sortir seulement sa tête et ses membres ; le *Lézard* (fig. 98) et le *Crocodile* n'ont pas de carapace autour du corps; ils présentent 4 membres courts et une longue queue; le *Serpent* est totalement dépourvu de membres (fig. 188).



Fif. 187. — Tortue grecque (long. 0m,15 env.).

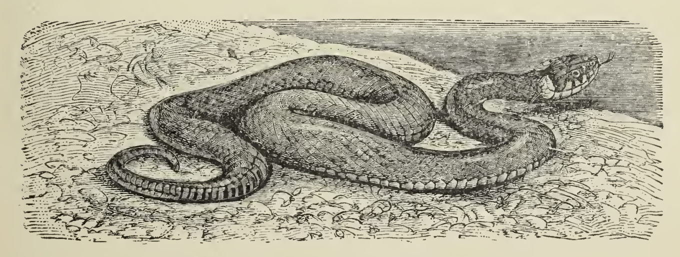


Fig. 188. — Couleuvre à collier (long 1 m.).

Reptation. — Qu'ils aient ou non des membres, les Reptiles ont la face ventrale du corps traînant à terre ; leur corps, couvert d'écailles, glisse facilement sur le sol. Chez le Lézard, par

exemple, les membres sont insérés sur les côtés et le corps est à peine surélevé. Le Serpent se déplace en décrivant des mouvements ondulatoires variés; ce qui lui est possible, vu l'*absence de sternum* dans son squelette (fig. 99).

Les *écailles* qui recouvrent le corps des Reptiles se sont développées dans l'épaisseur de l'épiderme ; elles forment de larges plaques sur la carapace osseuse de la Tortue, mais elles demeurent petites chez les Lézards et les Serpents.

De temps à autre, le Serpent subit une *mue :* son revêtement corné se détache tout d'une pièce et le Serpent en sort, la tête la première, en la retournant comme un doigt de gant.

Nutrition. — Le *tube digestif* des Reptiles est court (fig. 30, *F*); il se termine dans un cloaque.

L'*appareil respiratoire* consiste généralement en 2 poumons divisés en quelques chambres (fig. 46, *B* et *C*). [Voir page 49.]

L'*appareil circulatoire* des Reptiles [Tortues, Lézards et Serpents] comprend : un *cœur à* 3 *cavités* (2 oreillettes et un ventricule incomplètement cloisonné) et 2 artères aortes; la circulation est double et incomplète.

Le Crocodile a un *cœur à 4 cavités.*

Tous les Reptiles ont une **température variable** avec celle de l'air extérieur. [Voir les compléments, page 67.]

L'*appareil urinaire* sécrète une urine solide.

Relation. — Les *organes des sens* sont loin d'atteindre la délicatesse observée chez les animaux supérieurs.

L'*encéphale* est très réduit; les hémisphères cérébraux ont un volume à peine supérieur à celui des lobes optiques.

Œuf. — Les Reptiles pondent de petits œufs à coque peu résistante; ils les abandonnent dans des endroits chauds et humides. — La Vipère cependant est vivipare.

Division de la classe des Reptiles en ordres. — Les différences importantes signalées entre les principaux types de Reptiles nous permettent de les répartir ainsi :

				Ordres.
REPTILES	Cœur à 3 cavités.	Pas de carapace.	4 membres	*Sauriens* [Lézard].
			Pas de membres...	*Serpents.*
		Corps protégé par une carapace.		*Tortues.*
	possédant un cœur à 4 cavités...........			*Crocodiliens* [Crocodile].

I. *ORDRE DES SAURIENS.* — *Reptiles sans carapace, pourvus de 4 membres et d'un cœur à 3 cavités.*

Le **Lézard** (fig. 98) en est le type le plus commun dans nos pays. Son corps allongé, couvert de petites écailles, est porté par 4 membres courts ; sa queue grêle se casse facilement et repousse.

Il habite les endroits exposés au soleil, se nourrit d'Insectes et de Vers qu'il saisit avec sa langue imprégnée d'une salive épaisse : *Le Lézard est donc utile à l'agriculture.*

Les principales espèces sont : le *Lézard gris* des murailles, qui s'abrite dans les interstices des pierres ; le *Lézard vert* à longue queue ; le *Lézard ocellé*, etc.

On range aussi parmi les Sauriens :

L'*Orvet* ou Serpent de verre, animal inoffensif dont le corps se casse facilement et dont les pattes demeurent cachées sous la peau [l'Orvet se nourrit la nuit de Vers de terre et de petits Mollusques] ; le *Caméléon*, assez commun en Algérie, remarquable par les changements de couleur de sa peau et la forme de sa langue longue et renflée, à l'aide de laquelle il saisit les Insectes qui volent à sa portée.

II. *ORDRE DES SERPENTS.* — *Reptiles sans carapace et sans membres.*

La *Couleuvre* et la *Vipère* en sont les représentants en France.

La **Couleuvre** a la tête peu large, couverte de larges plaques écailleuses (fig. 189), les mâchoires armées de dents crochues *non venimeuses.* Inoffensive pour l'Homme, la couleuvre se nourrit de Souris, d'Oiseaux, de Grenouilles.

Parmi les principales espèces, on peut citer : la *Couleuvre lisse* à dos roux ; la *Couleuvre verte et jaune* ; la *Couleuvre à collier* (fig. 188), verdâtre sur le dos, avec un collier de couleur claire sur la nuque.

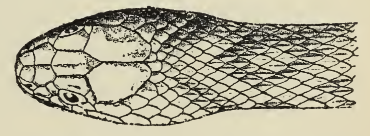


Fig. 189. — Tête de Couleuvre vipérine.

Très commune en France, cette dernière espèce habite les endroits humides ; souvent, elle se creuse en hiver une galerie dans la paille ou le fumier. Elle nage et plonge bien dans l'eau.

Le *Boa constrictor*, qui mesure 3 à 4 mètres de long, se range à côté de la Couleuvre. Ses dents ne sont pas venimeuses ; mais, grimpé sur les arbres où il se suspend par la queue, il attend le passage d'une proie, s'élance sur elle, l'enserre dans ses replis et la broie pour l'avaler ensuite

La **Vipère** appartient à la catégorie des *Serpents venimeux ;* sa tête large et triangulaire, bien distincte du corps (fig. 190), porte de fines écailles lisses et quelques petites plaques sur le front. Les os de la mâchoire supérieure de la Vipère sont pourvus chacun d'un crochet canaliculé, *cr* (fig. 191), en rapport avec le canal excréteur d'une *glande à venin, s.ve.*

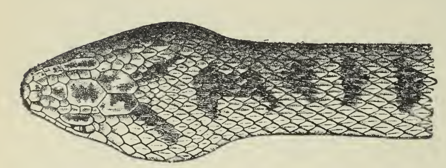


Fig 190. — Tête de Vipère péliade

Ce sac à venin dépend de muscles puissants que l'animal peut contracter au moment où, la gueule béante, il va mordre une proie ; à mesure que les crochets s'enfoncent dans la plaie, le venin s'y écoule et pénètre dans le sang de l'animal blessé [1].

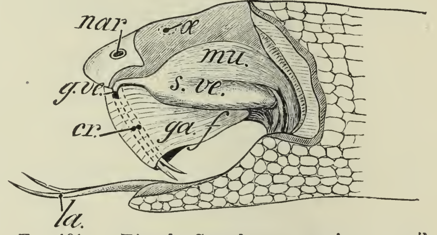


Fig. 191. — Tête du Crotale. *nar*, narine ; *œ*, œil ; *s.ve*, glande venimeuse ; *g.ve*, gouttière ; *cr*, crochets ; *la*, langue

La Vipère paraît *vivipare*, car ses œufs éclosent avant d'être pondus.

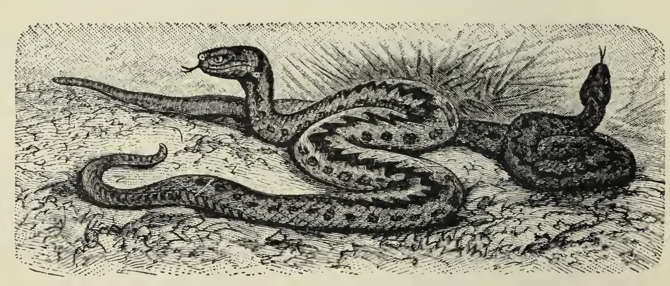


Fig. 192. — Vipères péliades (long. 0m,45).

1. Les enfants doivent redouter la morsure des Vipères quand ils cueillent des fleurs dans les bruyères et les bois. [En cas d'accident, élargir la blessure avec la pointe d'un canif, sucer la plaie (si l'on n'a pas d'écorchure aux lèvres), pour la faire saigner abondamment, cracher le sang ainsi aspiré, puis imbiber la surface de la plaie avec une solution de 1 gramme de permanganate de potassium pour 100 grammes d'eau. On fera prendre au blessé 1 ou 2 petits verres de cognac contenant 3 gouttes d'ammoniaque.]

1re et 3e années.

Les Vipères se nourrissent de petits Mammifères et d'Oiseaux. Elles ont pour *ennemis* les Oiseaux Rapaces (diurnes et nocturnes), les Cigognes et le *Hérisson qui devrait être protégé par les agriculteurs.*

Les principales espèces de Vipères sont : la *Vipère commune,* grise, rouge ou noire, longue de $0^m,70$, qui habite les montagnes et les bois du centre et du S. de la France ; la *Vipère péliade* (fig. 192), longue de $0^m,45$ au plus, commune dans les parties rocailleuses et les bois du N. et de l'O. de la France.

Le *Crotale* d'Amérique ou *Serpent à sonnettes* est le plus dangereux de tous les Serpents ; il porte à la queue une série de clochettes cornées, reste de ses mues successives. L'*Aspic* d'Égypte, le *Serpent à lunettes* de l'Inde, le *Serpent corail* de la Guyane, sont fort dangereux.

III. *ORDRE DES TORTUES.* — *Reptiles protégés par une carapace.*

La **Tortue** (fig. 187), qu'on élève souvent dans les jardins, est entourée d'une *carapace* formée de plaques osseuses soudées entre elles ; certaines sont unies à la colonne vertébrale et aux côtes. La partie ventrale de la carapace est le *plastron.*

Cette boîte osseuse présente 2 ouvertures : l'une antérieure, par où sortent la tête et les membres de devant ; l'autre postérieure, où font saillie les membres de derrière et la queue. De larges plaques cornées épidermiques revêtent la carapace en dehors.

La Tortue, qui « *se hâte avec lenteur* », ne saurait poursuivre les animaux ; aussi vit-elle de plantes qu'elle saisit avec son *bec corné.*

Elle pond en été une douzaine d'œufs gros comme une noix, et les enfouit dans la terre humide sans s'en préoccuper davantage.

En hiver, la Tortue tombe en léthargie dans un trou qu'elle s'est creusé.

On distingue ordinairement : les **Tortues terrestres**, comme la *Tortue grecque* élevée dans nos jardins ; les **Tortues de marécages**, comme la *Cistude* à carapace peu bombée, commune dans le S. de la France et de l'Europe ; les **Tortues marines**, atteignant jusqu'à 2 mètres, comme le *Caret* dont les pattes sont adaptées à la natation.

Le Caret fournit de fort belle écaille au commerce ; sa chair et ses œufs sont estimés ; aussi on la pêche dans l'océan Indien et dans la zone torride de l'océan Atlantique.

IV. *ORDRE DES CROCODILIENS.* — *Reptiles ayant un cœur à 4 cavités.*

Ces animaux sont les mieux organisés de tous les Reptiles, par leur système nerveux, par leurs dents contenues dans des alvéoles (fig. 27) et par leur appareil circulatoire (voir page 67). Ils possèdent sur le dos de fortes plaques osseuses.

Les Crocodiliens comprennent : le *Crocodile* d'Égypte, au museau court, portant 2 échancrures latérales en haut ; le *Caïman* d'Amérique, à tête triangulaire, sans échancrures à la mâchoire supérieure ; le *Gavial* du Gange, dont la tête porte un museau étroit et allongé, un peu élargi à son extrémité antérieure.

Tous ces animaux sont nuisibles.

§ 4. CLASSE DES AMPHIBIENS (BATRACIENS).

Les Amphibiens sont des Vertébrés vivant tantôt dans l'air, tantôt dans l'eau ; leur corps est **nu**. *Ils sont* **ovipares** *et subissent des* **métamorphoses**.

Caractères essentiels. — Les Amphibiens sont ainsi appelés parce qu'ils *vivent autour des rivages*, sur la terre et dans l'eau.

La *Grenouille* (fig. 133), qui en est le type le plus répandu dans notre pays, a la *peau nue* maintenue toujours humide par la sécrétion visqueuse et abondante de glandes cutanées.

L'animal fait de grands sauts pour se précipiter du rivage dans l'eau, lorsqu'il est inquiété; ses membres postérieurs, pourvus de pattes palmées, sont plus développés que les antérieurs.

Son squelette très léger (fig. 125) a pour base une colonne vertébrale portant des côtes à peine visibles.

Nutrition. — La Grenouille possède une large bouche, des mâchoires pourvues de nombreuses petites dents; sa langue, libre en arrière et fixée par son extrémité antérieure (fig. 193), peut être renversée au dehors et appliquée sur la proie que l'animal veut saisir. Son tube digestif (fig. 30, *G*), se termine dans un cloaque.

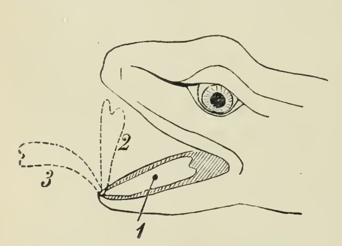


Fig. 193. — Langue de la Grenouille dans 3 positions, montrant son bord postérieur libre.

L'*appareil respiratoire* de la Grenouille adulte consiste en 2 poumons réduits à de simples cavités, *D* (fig. 46), dont le rôle est peu notable; la *respiration cutanée* est de beaucoup plus importante. (Voir les compléments, page 40.)

L'*appareil circulatoire* (fig. 64) présente un cœur à trois cavités : 2 oreillettes et 1 ventricule d'où part un bulbe court qui donne naissance à 2 crosses aortiques. La circulation est double et incomplète. (Voir les compléments, page 68.)

La **température** du corps est **variable** avec celle du milieu

extérieur; pendant l'hiver, les Grenouilles s'entassent dans la vase et y dorment jusqu'aux beaux jours.

L'*appareil urinaire* consiste en 2 reins volumineux dont le produit est déversé dans le cloaque.

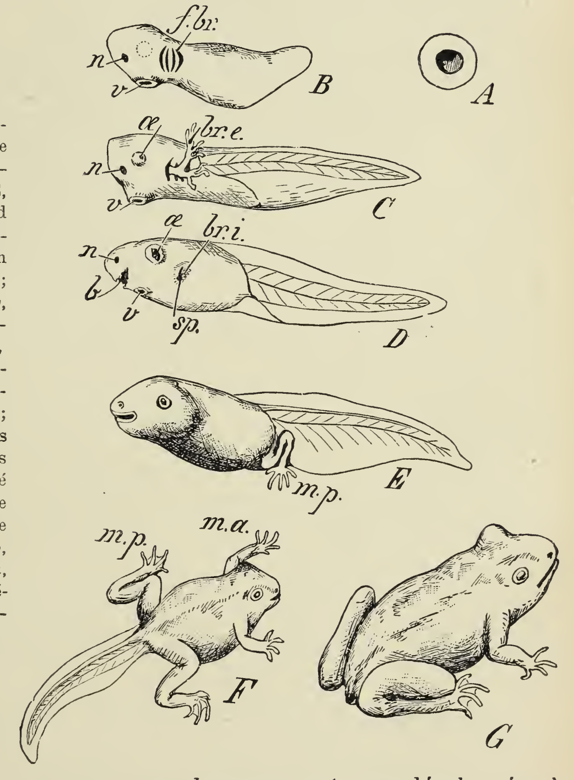


Fig. 194. — Métamorphoses de la Grenouille. — A; œuf. — B, C, D, E, F; Têtard aux stades successifs de son évolution. — G; Grenouille. — *v*, ventouse; *n*, narine; *œ*, œil; *f.br*, fentes branchiales; *br.e*, branchies externes; *br.i*, branchies internes logées dans une cavité latérale, ouverte au dehors par le spiracle, *sp*; *b*, bouche; *m.p*, *m.a*, membres postérieurs et antérieurs

Relation. — Les *organes des sens* sont peu développés, à l'exception des *yeux* et des *oreilles* dont la membrane du tympan est à fleur de peau.

L'*encéphale* des Amphibiens est plus simple que celui de tous les autres Vertébrés.

Œuf et Métamorphoses. — La Grenouille pond au printemps, des chapelets d'œufs petits, sans coque calcaire, entourés d'une substance d'aspect gélatineux qui les agglutine les uns aux autres.

Abandonnés à eux-mêmes, les œufs subissent leur évolution (fig. 194); au bout de 8 jours, il en sort un *têtard*, *B*, avec une tête énorme, un corps étroit et une longue queue aplatie. La tête porte 2 *ventouses*, *v*, qui permettent à ce petit être de se fixer; de chaque côté sont des fentes, *f*, par lesquelles font bientôt saillie des *branchies externes*, *br.e*, *C*; en même temps apparaissent la bouche, *b* et les yeux, *œ*. Une mue survient; les branchies externes sont remplacées par des *branchies internes*, *br.i*, logées dans des cavités latérales qui communiquent avec la bouche en dedans et avec l'eau extérieure, en *sp*; les branchies internes sont à leur tour remplacées par des poumons; les membres postérieurs, *E*, puis les membres antérieurs, *F*, apparaissent; la queue s'atrophie.

En l'espace de 4 mois, l'œuf de Grenouille a donc donné : 1° un *Têtard* (ou *larve*) essentiellement aquatique, herbivore, ayant un long intestin, une respiration branchiale et un appareil circulatoire de Poisson; 2° une *Grenouille*, mi-aquatique, mi-aérienne et carnivore.

On désigne cette série de transformations sous le nom de **Métamorphoses** (qui veut dire *changement de forme après la naissance*).

Division des Amphibiens en ordres. — On se base, pour l'établir, sur la présence ou l'absence de queue chez l'adulte.

		Ordres
AMPHIBIENS	sans queue..............	*Anoures* [Grenouille].
	pourvus d'une queue....	*Urodèles* [Salamandre].

I. ORDRE DES ANOURES. — *Amphibiens possédant un corps ramassé sans queue.*

Cet ordre comprend : la *Grenouille*, le *Crapaud*, la *Rainette*, communs en France.

La **Grenouille** (fig. 133) a le corps relativement élancé, les pattes postérieures très longues, les doigts pointus.

La *Grenouille verte*, avec des taches sombres et des bandes jaunes sur le dos, vit surtout dans les endroits couverts de roseaux et autres plantes aquatiques.

1re et 3e années.

Le *Crapaud* (fig. 195) a le corps plus massif que la Grenouille; sa peau est verruqueuse et riche en glandes qui l'imprègnent d'un *venin blanchâtre très actif.*

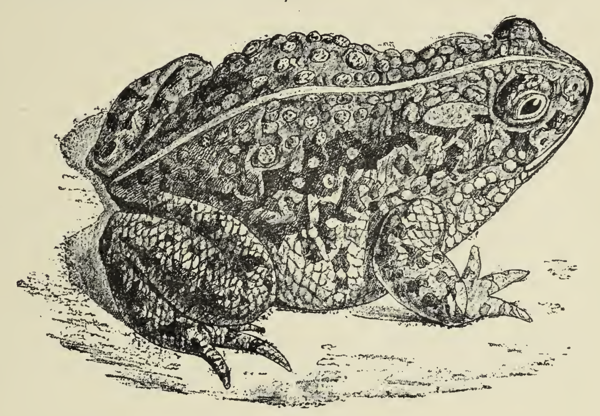


FIG 195. — Crapaud commun (long. 0m,07 à 0m,15).

Cet animal demeure, le jour, au fond de galeries humides d'où il sort la nuit pour chasser Insectes, Vers et Limaces.

Il ne faut donc pas détruire le Crapaud, extrêmement utile aux agriculteurs[1].

La *Rainette* verte a les doigts pourvus de disques ou *pelotes adhésives;* grâce à ces pelotes, elle monte sur les arbres.

Son ventre est blanc, son dos d'un beau vert avec des bandes jaunes sur les pattes de derrière. Elle vit sur les arbres pendant la belle saison, descend au voisinage des eaux à l'automne et se blottit dans la vase.

II. *ORDRE DES URODÈLES.* — *Amphibiens pourvus d'une queue.*

On trouve, en France, la *Salamandre* terrestre et le *Triton* ou Salamandre aquatique. La *Salamandre* tachetée a le corps brun, avec des bandes jaunes; elle possède, en arrière des yeux surtout, des glandes sécrétant un venin énergique. Elle vit dans les endroits sombres et humides.

1. Le Crapaud est inoffensif si on ne le touche pas, car il n'a pas d'organe par lequel il puisse injecter son venin; mais si, après l'avoir touché, on se frotte les yeux avec les doigts, on ressentira de vives douleurs dues à une inflammation de la membrane conjonctive.

Le *Triton* a le corps grêle avec une queue comprimée latéralement; il vit dans les marais et les fossés.

L'*Amblystome* du Mexique, est remarquable en ce que sa larve (*Axolotl*), pourvue de branchies externes, est capable de pondre des œufs.

§ 5. CLASSE DES POISSONS

Les Poissons sont des Vertébres **aquatiques** *dont le corps est couvert* **d'écailles** *et pourvu de* **nageoires.** *Ils respirent par des* **branchies**; *ils sont* **ovipares.**

Caractères essentiels. — Les Poissons ne peuvent vivre hors de l'eau. Leur forme générale est en accord avec leur genre de vie aquatique (fig. 196): *corps allongé en fuseau,* comprimé



Fig 196. — Perches (long. 0m,30).

latéralement et en forme de carène du côté ventral; *nageoires impaires* (dorsale, caudale et anale) disposées verticalement pour fendre l'eau; *écailles* imbriquées d'avant en arrière, comme les tuiles d'un toit; *transformation des membres en nageoires*

paires : toutes ces particularités expliquent pourquoi les Poissons se meuvent si facilement dans l'eau.

Les écailles, recouvertes par l'épiderme chez la Perche, la Carpe, etc., ont des formes diverses et jouent un rôle protecteur.

Squelette. — Le squelette est osseux chez les **Téléostéens** (fig. 100), en partie ou totalement cartilagineux chez les autres Poissons.

Chez la Perche, il est composé, d'une colonne vertébrale qui soutient : la tête en avant, les côtes disposées par paires dans toute la région viscérale, les nageoires impaires situées dans le plan de symétrie du corps; les nageoires paires sont situées sur les côtés.

La *tête* comprend un grand nombre d'os en majeure partie indépendants.

Les *nageoires impaires* forment des rames membraneuses soutenues par des rayons osseux. Ce sont : la *nageoire dorsale* (*a b*) disposée sur le dos, la *nageoire caudale* (*c*) qui forme la queue, la *nageoire anale* (*d*) située sous le ventre immédiatement en arrière de l'anus. — Les *nageoires paires* représentent les membres : ce sont les 2 *nageoires pectorales* (*f*) et les 2 *nageoires abdominales* (*e*), disposées de part et d'autre du plan de symétrie du corps.

Natation. — Le Poisson peut se diriger de tous côtés dans l'eau, grâce aux mouvements de ses nageoires combinés avec les variations de volume de sa *vessie natatoire;* cette vessie est un sac plein de gaz placé au-dessous de la colonne vertébrale dans la cavité viscérale du Poisson. (Voir les compléments, page 50.)

Nutrition. — La bouche de la Perche, située en avant de la tête, est spacieuse et communique largement avec le pharynx : les mâchoires et le palais sont couverts de fines dents.

Chez le Requin (fig. 205), la bouche est ventrale et les mâchoires armées de plusieurs rangées de dents redoutables.

Le pharynx, *Ph* (fig. 49), présente latéralement des *fentes branchiales* par lesquelles l'eau s'échappe dans les ouïes en baignant les branchies, *br;* cette eau sort sous les opercules, *Op.*

Les aliments, introduits dans la bouche avec l'eau, continuent leur trajet dans l'œsophage, *Œ*, puis dans l'estomac et l'intestin (fig. 30, *II*). L'anus débouche directement au dehors, en avant de la nageoire anale.

L'*appareil respiratoire* de la Perche consiste en *branchies*, *br* (fig. 49), sortes de doubles peignes protégés par les opercules, *Op*, sur les côtés de la tête. Les branchies ont une mince paroi et sont parcourues par le sang qui vient s'y débarrasser de son gaz carbonique et puiser de l'oxygène dans l'eau. [Voir page 51.]

L'*appareil circulatoire* (fig. 53, *B*) comprend un *cœur à 2 cavités:* 1 oreillette et 1 ventricule continué par un bulbe d'où le sang rouge foncé est envoyé dans les branchies.

La circulation des Poissons est simple et complète ; la **température** *de leur corps est* **variable** avec celle de l'eau où ils vivent. [Voir page 69.]

La sécrétion de l'*appareil urinaire* est rejetée par un orifice situé en arrière de l'anus.

Relation. — Les principaux *organes des sens* du Poisson sont les oreilles et les yeux. L'oreille est représentée uniquement par sa partie interne ; elle ne manque pas de finesse et le Poisson se sauve au moindre bruit. L'œil atteint un volume important ; il n'est pas protégé en avant par des paupières.

L'encéphale (fig. 197) présente de très petits hémisphères cérébraux, *H*, et de gros lobes optiques, *L.o*.

Fig. 197. — Encéphale de Perche. *H*, hémisphères cérébraux; *Lo*, lobes optiques; *Ce*, cervelet; *Bu*, bulbe rachidien

Œuf. — Les Poissons sont presque tous *ovipares;* ils produisent une quantité énorme de petits œufs ; ils se rassemblent en grandes troupes au printemps (Hareng, Sardine, etc.) pour rechercher les fonds plats, sur le bord de la mer ou non loin des rives des fleuves ; ils y effectuent leur ponte (*frai*).

Le *Saumon*, l'*Esturgeon* (Poissons marins), remontent le cours des fleuves pour y venir pondre ; au contraire, l'*Anguille* d'eau douce va pondre dans la mer.

Les petits qui naissent des œufs se développent *sans métamorphoses* et atteignent assez rapidement leur grandeur normale.

Les Poissons prennent une place très importante dans notre alimentation, surtout les Poissons de mer à la pêche desquels

se livrent activement les habitants du bord de la mer. Des navires nombreux sont armés chaque année, en vue de la pêche du Hareng, de la Sardine, de la Morue, du Maquereau, du Thon, espèces que l'on mange en conserves.

Division de la classe des Poissons en ordres. — Les Poissons ont un squelette plus ou moins complètement ossifié; la bouche, de forme variable, est placée en avant de la tête ou sur la face ventrale du corps; les branchies sont protégées ou non par un opercule : ces caractères nous suffisent pour définir les groupes principaux adoptés chez les Poissons.

			Ordres.
POISSONS	**osseux.**	Branchies libres protégées par un opercule	*Téléostéens* [Perche].
	cartilagineux	Bouche terminale. Branchies libres........................	*Ganoïdes* [Esturgeon]
		Bouche ventrale. Poches branchiales distinctes...........	*Sélaciens* [Raie].

I. *ORDRE DES TÉLÉOSTÉENS (POISSONS OSSEUX). — Poissons à squelette ossifié ; branchies libres, protégées par un opercule de chaque côté de la tête.*

Certains Téléostéens, comme la *Perche*, le *Maquereau*, le *Thon*, possèdent une nageoire dorsale dont les rayons sont rigides, *épineux;* on les appelle **Acanthoptérygiens.**

D'autres, comme le *Hareng*, la *Carpe*, la *Morue*, ont une nageoire dorsale à rayons *mous;* on les appelle **Malacoptérygiens.**

A. **Acanthoptérygiens.** — *Nageoire dorsale à* **rayons épineux.**

La **Perche** (fig. 196) est un Poisson de rivière au corps zébré de noir; elle est très vorace et chasse les petits Poissons; sa chair est ferme et agréable.

Le **Maquereau** (fig. 198) est un Poisson de mer au museau pointu, au corps allongé; sa peau a des reflets argentés.

Ses nageoires dorsale et anale sont divisées en plusieurs parties; la nageoire caudale a la forme d'un croissant de lune.

La chair en est huileuse et un peu lourde à digérer.

On pêche activement le Maquereau en été, sur les côtes de l'Océan et de la Manche où il arrive en bandes.

Le **Thon**, très voisin du Maquereau par ses caractères, habite la Méditerranée ; il atteint jusqu'à 5 mètres de long.

La **Vive**, pourvue d'une grande nageoire anale, est redoutée des pêcheurs, car elle possède des piquants venimeux sur le dos et sur les opercules.

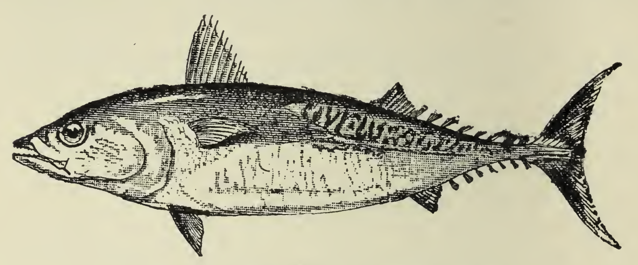


Fig. 198. — Maquereau (long. 0m,30 à 0m,60)

B. **Malacoptérygiens**. — *Nageoire dorsale à* **rayons mous.**

Les **Cyprins** (*Carpe, Tanche, Goujon, Ablette*) au corps épais, sont très répandus dans nos rivières.

La *Carpe* (fig. 48) a de grandes écailles arrondies; elle peut atteindre un poids de 10 kilogrammes ; sa chair est un peu fade.

La *Tanche* a de très petites écailles ; sa chair est lourde.

Le *Goujon* (fig. 199), plus petit, a une chair délicate et facile à digérer. — L'*Ablette* est molle et fade. — Le *Gardon*, aux nageoires rouges, est rempli d'arêtes.

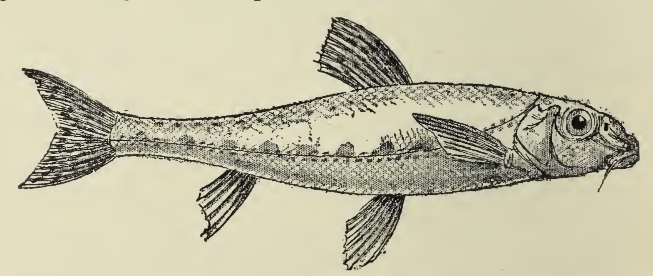


Fig. 199. — Goujon (long. 0m,10 à 0m,15).

Le **Brochet**, répandu dans nos fleuves et nos lacs, a la tête large et aplatie, les mâchoires armées de fortes dents, la nageoire dorsale reportée en arrière ; il est très vorace ; son poids atteint parfois 12 kilogrammes.

Les **Saumons** (*Saumon*, *Truite*, etc.) se reconnaissent à leurs petites écailles et à une petite nageoire située en arrière de la nageoire dorsale.

La *Truite* (fig. 200), qui habite les eaux limpides dans les pays montagneux, a une chair exquise.

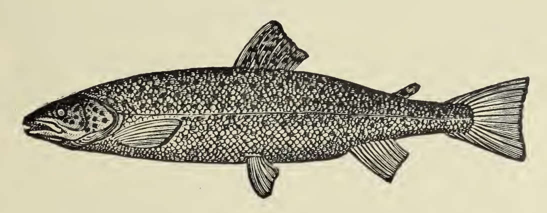


FIG 200. — Truite (long. $0^m,60$ à $1^m,50$)

Le *Saumon* est un gros Poisson vorace qui passe, à l'époque du frai, de la mer dans les eaux claires et froides des cours d'eau et des lacs, dans les régions montagneuses (de mai à novembre); par grands bonds, il franchit les cascades. Sa chair, grasse et rouge à ce moment, est très appréciée. Après le frai durant lequel il ne prend aucune nourriture, il retourne à la mer, considérablement amaigri.

Les jeunes passent la première année dans l'endroit où ils sont nés et ne gagnent la mer que l'année suivante.

Poids maximum : 45 kilogrammes.

Les **Clupéidés** (*Hareng*, *Anchois*, *Alose*, *Sardine*) font l'objet de pêches très importantes rapportant plus de 20 millions de francs.

On s'en empare avec des filets tendus verticalement dans l'eau à l'aide de tonneaux vides qui flottent; les Poissons, rencontrant ces filets, s'y prennent par les ouïes.

Le *Hareng* a le corps fortement comprimé, couvert de minces écailles; il vit en *bancs* immenses dans les mers du N., passe de la profondeur à la surface de la mer et s'approche, au moment du frai, des côtes de Norvège, d'Écosse et de la Manche.

La pêche en est particulièrement productive de juillet à octobre.

On conserve le Hareng dans le sel, parfois on le fume en l'exposant à la fumée du Hêtre (*Hareng saur*).

L'*Anchois* n'atteint pas plus de 15 centimètres de long; on le pêche sur toutes nos côtes. Sa chair, peu délicate à l'état frais, est consommée après avoir mariné dans l'huile.

L'*Alose* (fig. 201) remonte, au printemps, de la mer dans les cours d'eau pour y effectuer sa ponte ; la chair en est estimée.

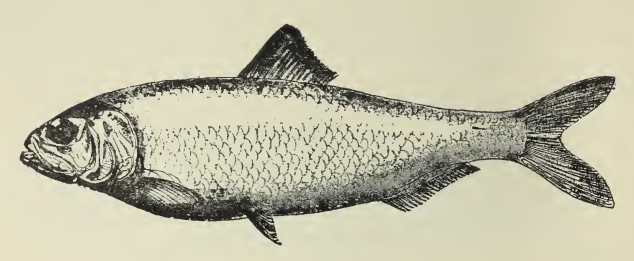


Fig. 201. — Alose.

La *Sardine* est une petite espèce d'Alose qui vit à peu près comme le Hareng; elle apparaît en *bancs*, vers la fin de l'été sur les côtes d'Angleterre, de France et d'Espagne, où on la pêche.

La Sardine est conservée salée ou marinée dans l'huile.

La **Morue** (fig. 202) a la tête large, le corps allongé olivâtre sur le dos et clair sous le ventre; elle possède 3 nageoires dorsales et 2 nageoires anales ; elle peut atteindre $1^{m},50$.

C'est l'espèce la plus importante au point de vue de l'alimentation et des usages médicaux.

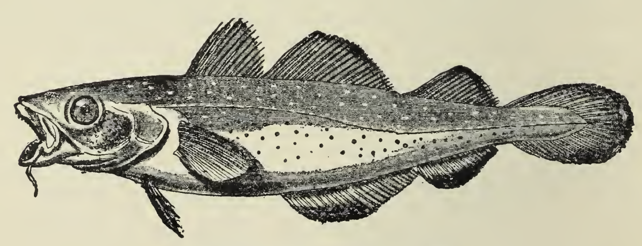


Fig. 202. — Morue (long. $1^{m},50$)

Elle abonde dans l'Océan glacial arctique et devient rare à mesure qu'on parvient au littoral breton et aux côtes du Portugal ; vers la fin du printemps, à l'époque du frai, elle remonte à la surface de l'eau et apparaît en bancs immenses le long des côtes du Groenland, d'Islande, de Norvège et sur le banc de Terre-Neuve.

La pêche en est très pénible et plus de 600 navires y sont occupés ; les seuls pêcheurs français en recueillent, sur les côtes d'Islande et à Terre-Neuve, plus de 30 millions de kilogrammes par an.

Pour conserver la Morue, on enlève la tête, on rejette les entrailles, mettant à part les œufs et le foie, puis on la sale ou on la fait sécher à l'air par des vents secs et froids. On extrait du foie une huile jaune (*huile de foie de morue*) employée pour combattre le rachitisme, la phtisie, etc.
Avec les œufs on prépare un appât (*rogue*) pour la pêche de la Sardine.

Des **Poissons plats** à chair fraîche, savoureuse, fort recherchés par les pêcheurs sont: la *Sole*, la *Limande*, le *Carrelet* (fig. 203), le *Turbot*.

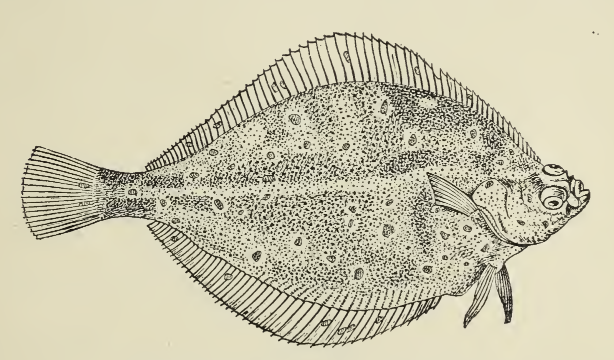


Fig. 203. — Carrelet (long. 0m,20 à 0m,40)

Ces Poissons nagent en glissant sur l'un de leurs côtés; aussi leur corps, symétrique dans le jeune âge, se déforme et présente un pigment colorant sur le seul côté dirigé vers la lumière ; les 2 yeux sont placés sur ce même côté.
Ces Poissons de mer vivent sur les fonds plats sablonneux.

L'*Anguille* d'eau douce a le corps cylindrique très allongé, sans nageoires abdominales; les nageoires impaires sont toutes confondues en une seule. A l'automne, l'Anguille va frayer dans la mer; au printemps suivant, les jeunes Anguilles quittent la mer et remontent les fleuves.

II. ORDRE DES GANOÏDES. — *Poissons cartilagineux à branchies libres, protégées par un opercule.*

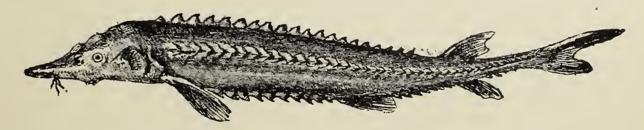


Fig. 204. — Esturgeon (long. 2 à 6 m.).

L'Esturgeon (fig. 204) en est le principal genre. Il a le corps

allongé, le museau pointu pourvu de barbillons, 5 rangées longitudinales d'écussons osseux sur la peau, la queue formée de 2 lobes inégaux (queue *hétérocerque*) ; il atteint 3 mètres.

Ce Poisson vit dans la mer et remonte au printemps les fleuves et leurs affluents, à l'époque du frai. On pêche alors : l'*Esturgeon commun* dans le Rhône, la Garonne, la Loire ; le *Sterlet* dans le Danube et les fleuves de Russie (Dnieper, Don, Volga, Oural).

La chair en est délicate, mais difficile à digérer. Les œufs servent à préparer le *caviar*, aliment fort estimé en Russie ; avec la colonne vertébrale, desséchée et bouillie dans l'eau, on fait des potages ; avec la vessie natatoire, on fabrique l'*ichthyocolle* (colle de poisson) employée à clarifier les liquides, à faire des gelées.

III. ORDRE DES SÉLACIENS. — *Poissons cartilagineux pourvus de 5 paires de poches branchiales avec autant de fentes branchiales externes.*

Le *Requin* et la *Raie* en sont les représentants les plus importants.

Le **Requin** (fig. 205) a le corps cylindrique, allongé et les fentes branchiales ouvertes sur les côtés de la tête.

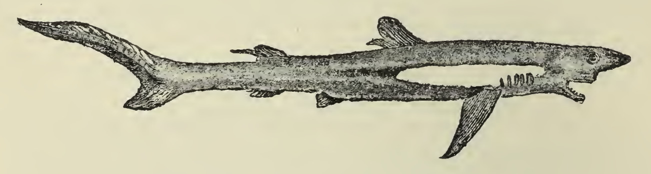


Fig. 205. — Requin (long. 5 à 9 m.).

Extrêmement vorace, fréquentant les abords des navires, le Requin est fort dangereux, même pour l'Homme, car ses mâchoires sont armées de plusieurs rangées de dents pointues. Il habite les océans Atlantique, Indien et Pacifique, et peut atteindre 9 mètres. La chair en est coriace.

La peau du *Chien de mer* (Roussette), couverte de petits tubercules calcifiés, est employée pour faire des étuis, pour polir le bois et l'ivoire (chagrin, galuchat).

La **Raie** (fig. 206) a le corps plat, les orifices branchiaux situés sur la face ventrale du corps, deux grandes nageoires pectorales étalées horizontalement ; elle vit au fond de la mer.

Sa chair estimée est un peu indigeste.

La *Torpille* est pourvue d'un appareil électrique.

Les Poissons comprennent encore 2 ordres peu importants par le nombre de genres qu'ils renferment:

IV. Les *DIPNOÏ* dont la vessie natatoire est transformée en poumon.
Ex. : le *Ceratodus*, Poisson herbivore, qui habite les rivières de l'Australie.

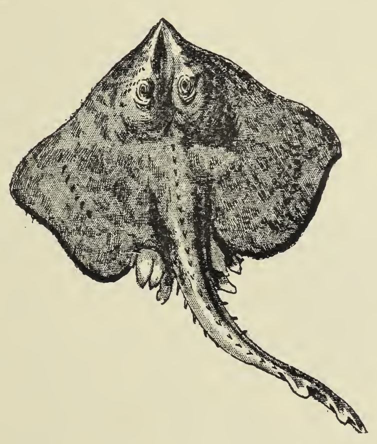


Fig. 206. — Raie bouclée (long. $0^m,60$).

V. Les *CYCLOSTOMES* sont pourvus d'une bouche circulaire affectée à la succion, et armée de dents cornées.
Ex. : la *Lamproie* (fig. 101) qui habite les mers d'Europe et remonte le cours des fleuves au printemps pour y pondre.

II. EMBRANCHEMENT DES ARTHROPODES (ARTICULÉS)

*Les Arthropodes ont une symétrie bilatérale; leur corps est formé d'*anneaux *protégés par un* **squelette externe**; *ils sont pourvus de* **pattes articulées**.

Division des Arthropodes en classes. — Le Hanneton (fig. 126), l'Araignée (fig. 207), l'Écrevisse (fig. 208) sont des Arthropodes. Ils ont tous trois des *pattes composées d'un certain nombre d'articles* et cependant il est facile de les distinguer les uns des autres :

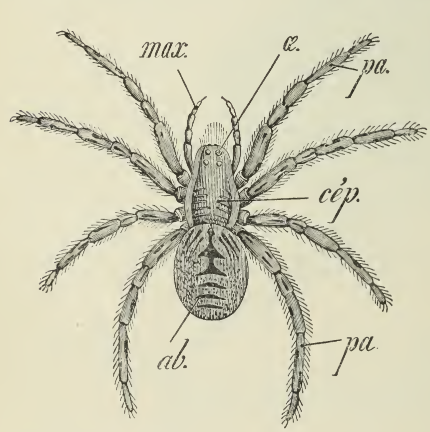


Fig. 207. — Lycose. — *cép*, céphalothorax; *ab*, abdomen; *œ*, œil; *max*, patte-mâchoire (palpe maxillaire); *pa*, pattes.

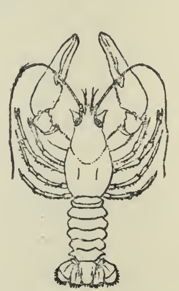


Fig. 208. — Écrevisse (long. 0m,10).

L'Écrevisse habite l'eau, les 2 autres espèces vivent dans l'air.

Le corps de l'Araignée se divise en 2 parties principales : le *céphalothorax* et l'*abdomen;* la 1re partie, *cép*, porte la tète et 4 paires de pattes.

Le corps du Hanneton comprend 3 parties principales distinctes : la *tête* en avant, puis le *thorax* qui porte 3 paires de pattes, enfin l'*abdomen*.

Le Hanneton appartient à la classe des INSECTES; l'Araignée, à la classe des ARACHNIDES; l'Ecrevisse, à la classe des CRUSTACÉS.

Les INSECTES *sont des Arthropodes* aériens *dont le corps est divisé en* 3 régions *distinctes et porte* 3 paires de pattes articulées ; *ils respirent par des* trachées.

Les ARACHNIDES *sont des Arthropodes* aériens *dont le corps comprend* 2 régions *distinctes et porte* 4 paires de pattes articulées ; *ils respirent par des* trachées.

Les CRUSTACÉS *sont des Arthropodes* aquatiques ; *ils respirent par des* branchies.

§ 1. CLASSE DES INSECTES

Les Insectes sont des Arthropodes vivant généralement dans l'air ; leur corps est divisé en 3 régions (*tête, thorax, abdomen*) ; *le thorax porte* 3 paires de pattes articulées *et* 2 *paires d'*ailes *le plus souvent. Ils respirent par des* trachées.

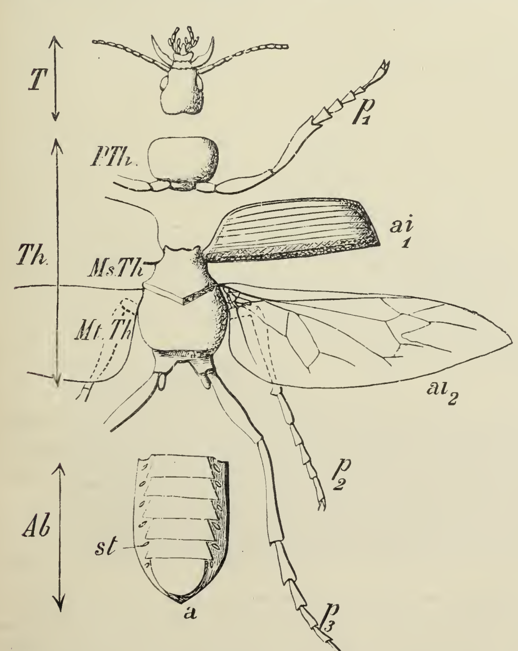


FIG. 209. — Squelette externe d'un Insecte. — *T*, tête. — *Th*, thorax : *P. Th*, *prothorax* avec la 1re paire de pattes, p_1 ; *Ms. Th*, *mésothorax* avec la 2e paire de pattes, p_2, et la 1re paire d'ailes, ai_1 ; *Mt. Th*, *métathorax* avec la 3e paire de pattes, p_3, et la 2e paire d'ailes, ai_2. — *Ab*, abdomen composé d'anneaux, chacun avec une paire de stigmates, *st* ; *a*, anus

Caractères essentiels. — Les anneaux qui forment le corps des In-

sectes sont revêtus chacun d'une couche de chitine, substance dure qui constitue leur *squelette externe;* cette enveloppe protectrice soutient les organes et sert d'attache aux muscles

Division du corps. — Le corps de tout Insecte se divise en 3 régions (fig. 209) :

1° La **tête**, *T*, qui porte les *yeux*, les *antennes* et la *bouche ;*

2° Le **thorax**, *Th*, composé de 3 anneaux pourvus chacun d'une paire de *pattes ;* les deux derniers anneaux portent chacun une paire d'*ailes*, en général.

3° L'**abdomen**, *Ab*, composé d'un nombre variable d'anneaux dont le dernier porte l'*anus*, *a*.

Fig. 210. — Carabe (gr. nat.).

Locomotion. — Le Carabe (fig. 210) court avec agilité dans la campagne ; ses 6 pattes sont à peu près d'égales dimensions, et terminées par 2 petits

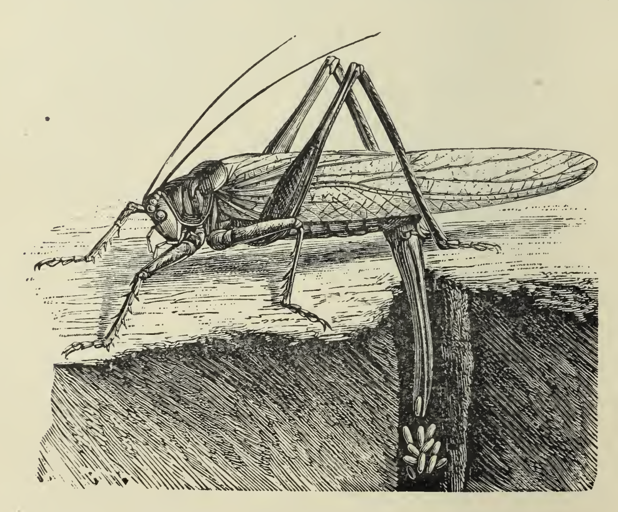


Fig. 211. — Sauterelle verte (gr. nat).

crochets à l'aide desquels il peut grimper. La Sauterelle (fig. 211), qui effectue de grands sauts, a les pattes postérieures

beaucoup plus grandes que les autres. La forme des pattes, chez ces deux espèces, diffère de celle que présentent les pattes du Dytique aquatique, essentiellement nageur (fig. 212).

Ainsi *les pattes des Insectes sont adaptées au genre de vie de ces animaux.*

La plupart des Insectes ont 4 *ailes;* cependant la Mouche n'en a que 2 (fig. 213) et la Puce n'en a pas.

Plus un Insecte est bon voilier, plus étendues et plus légères sont ses ailes.



Fig. 213. — Mouche bleue de la viande (gr. nat.).

Une aile est un sac aplati dont les feuillets, soudés par leur face interne, sont sillonnés de *nervures.*

Fig. 212. — Dytique (gr. nat.).

Nutrition. — Le *tube digestif* des Insectes débute par un *appareil buccal* très différent, suivant que l'animal considéré est *broyeur* (Hanneton), *lécheur* (Abeille) ou *suceur* (Papillon).

Cet appareil buccal comprend 2 lèvres mobiles, entre lesquelles sont disposées latéralement : 1 paire de fortes pinces appelées mandibules et 1 paire de mâchoires (fig. 29).

Le tube digestif est variable de forme et de longueur suivant que l'Insecte est carnivore ou herbivore. [Voir page 37.]

L'*appareil respiratoire* se compose de *trachées* (fig. 47), sortes d'arbres creux dont la cavité du tronc s'ouvre au dehors par des ouvertures appelées *stigmates, st* (fig. 209); les branches fines et nombreuses des trachées pénètrent jusque dans les moindres intervalles entre les organes. Le renouvellement de l'air dans les trachées est facilité par les mouvements du corps.

L'*appareil circulatoire* est lacunaire; il consiste en un vaisseau dorsal, *V. d* (fig. 67), qui longe toute la partie supérieure de l'abdomen. Ce vaisseau est composé de chambres communiquant toutes avec l'abdomen; chacune d'elles s'ouvre dans la chambre

précédente et la première se continue par une aorte, *A.a,* qui débouche dans la tête.

Le sang *incolore* de l'Insecte circule d'arrière en avant dans le vaisseau dorsal et l'aorte, tombe entre les organes de la tête et revient, par le thorax, jusque dans l'abdomen.

Relation. — *Organes des sens.* — Les Insectes possèdent 2 gros *yeux à facettes* formés d'un grand nombre d'yeux simples. Les *antennes* paraissent être des organes de l'odorat et du toucher.

Le système nerveux des Insectes est ganglionnaire (fig. 214). Chez l'Abeille, on trouve dans la tête 2 *ganglions cérébroïdes*, *g.c,* réunis sur la ligne médiane et faisant fonction de cerveau; de ces ganglions part un anneau nerveux appelé *collier œsophagien,* qui entoure l'œsophage et aboutit aux *ganglions sous-œsophagiens*, *g.s.œ*, situés au-dessous du tube digestif.

Ces derniers ganglions sont le point de départ d'une *double chaîne nerveuse ventrale* qui consiste en 2 cordons parallèles très voisins. Le long de cette chaîne, on distingue 3 paires de *ganglions thoraciques*, *g.t*, et 5 paires de *ganglions abdominaux*, *g.a*, d'où partent les nerfs qui se rendent aux organes du thorax et de l'abdomen.

Fig. 214. — Système nerveux des Insectes. *g.c*, ganglions cérébroïdes; *g.s.œ*, ganglions sous-œsophagiens; *g.t*, ganglions thoraciques; *g.a*, ganglions abdominaux.

Œuf et Métamorphoses. — Les Insectes sont *ovipares.* De l'œuf sort une *larve* sans ailes, plus où moins éloignée de la forme adulte; elle s'en rapprochera par des *mues* successives en subissant des *métamorphoses complètes* (Hanneton, Abeille, Papillon) ou des *métamorphoses incomplètes* (Sauterelle).

Ainsi le Hanneton passe successivement, à partir de l'œuf, par les formes : **larve, nymphe, insecte parfait** pourvu d'ailes.

La Sauterelle a des métamorphoses incomplètes en ce sens que *la larve n'a pas d'ailes à sa naissance* (fig. 224); mais les ailes se développent peu à peu, à chaque mue successive; l'Insecte parvient à l'état parfait sans avoir traversé la période d'immobilité qui caractérise l'état de nymphe.

Étudions par exemple les **métamorphoses complètes du Hanneton.**

1re et 3e années.

Cet Insecte apparaît abondamment au printemps et ravage avec une extrême rapidité les arbres dont il dévore les bourgeons et les jeunes feuilles; la femelle pond 30 à 40 œufs dans les terres légères, à la fin de mai.

Des œufs sortent, au mois de juillet, les **larves** connues des agriculteurs sous le nom de *vers blancs* (fig. 215); celles-ci se nourrissent de débris végétaux et de racines qu'elles coupent avec leurs fortes mandibules. Les larves ne viennent jamais à la lumière; elles sont blanches, pourvues d'une mince cuticule couverte de poils, et manquent d'yeux; leur tube digestif est très volumineux à cause de l'énorme quantité de nourriture qu'elles consomment; elles marchent difficilement, la courbure de leur corps les contraignant à se tenir sur le flanc. Dans le cours de leur existence qui dure environ 32 mois, les larves croissent constamment, mais avec lenteur, en changeant d'enveloppe de temps à autre[1].



Fig. 215. — Larve du Hanneton (ver blanc).

Au mois de mars ou avril de la *troisième année*, elles se renferment dans une coque ovalaire, formée de débris agglutinés par leur salive; les larves sont devenues des **nymphes** qui demeurent immobiles pendant 5 à 6 semaines et se transforment en **insectes parfaits** ou *ailés*.

Division de la classe des Insectes en ordres. — Les Insectes comprennent plus de 200 000 espèces qu'on a réparties en ordres, en se basant sur la forme de leur *appareil buccal* (broyeur, lécheur ou suceur), sur le nombre et la structure de leurs *ailes*, sur la nature de leurs *métamorphoses*.

INSECTES	*broyeurs.*	4 ailes dont 2 résistantes appelées *élytres*	Métamorphoses complètes..	*Coléoptères* [Hanneton].
			— incomplètes	*Orthoptères* [Sauterelle].
		4 ailes membraneuses réticulées.	Métamorphoses complètes..	*Pseudonévroptères* [Libellule].
			— incomplètes	*Névroptères* [Phrygane].
	lécheurs	4 ailes membraneuses veinées........		*Hyménoptères* [Abeille]
	suceurs.	4 ailes avec *lamelles écailleuses*............		*Lépidoptères* [Bombyx].
		4 ailes nues..............................		*Rhynchotes* [Phylloxéra].
		2 ailes nues, ou pas d'ailes......		*Diptères* [Mouche].

I. ORDRE DES COLÉOPTÈRES. — *Insectes broyeurs pourvus de 4 ailes dont les 2 antérieures sont cornées et rigides (élytres). Métamorphoses complètes*

Le **Hanneton** (fig. 126), qui appartient à cet ordre, a la tête noire portant des antennes lamelleuses et de fortes pièces buccales.

1. Le revêtement chitineux s'opposerait à la croissance des Arthropodes en général, si ces animaux ne le rejetaient à intervalles d'autant plus rapprochés que leur croissance est plus rapide; on dit qu'ils *muent*.

1re et 3e années.

Sur le thorax noir sont articulées les *élytres* (ailes antérieures) d'un brun rouge, sous lesquelles les ailes postérieures plus minces sont pliées transversalement au repos. Sur chaque anneau de l'abdomen, on voit 2 taches blanches latérales et 2 stigmates; la partie postérieure du corps est terminée en pointe.

Le Hanneton vole avec bruit, en écartant ses élytres et en utilisant sa 2e paire d'ailes comme rames aériennes.

C'est un *Insecte très nuisible,* car il commet au printemps d'énormes dégâts en dévorant les bourgeons et les jeunes feuilles des arbres.

La larve souterraine du Hanneton (Ver blanc) n'est pas moins nuisible que l'insecte parfait puisque, pendant les trois années nécessaires à son développement, elle ronge nombre de racines et de tubercules. (Voir page 206.)

C'est par millions de francs qu'on évalue les ravages commis par le Hanneton; il faut le détruire à l'état de larve et sous la forme ailée.

L'agriculteur doit tuer tous les Vers blancs que sa charrue ou sa pioche amène au jour; au printemps les enfants peuvent aider leurs parents en recueillant les Hannetons : le matin de préférence, au lever du soleil, on agite les arbres d'où tombent les insectes engourdis qu'on jette aussitôt dans un seau renfermant un lait de chaux.

Parmi les autres **Coléoptères nuisibles**, on peut citer : le *Taupin* gris qui cause beaucoup de dégâts dans les cultures; le *Dermeste* (fig. 216) qui pullule dans les magasins de denrées et de fourrures; la *Vrillette* et le *Lime-bois* (fig. 217) qui rongent le bois et pratiquent les trous qu'on

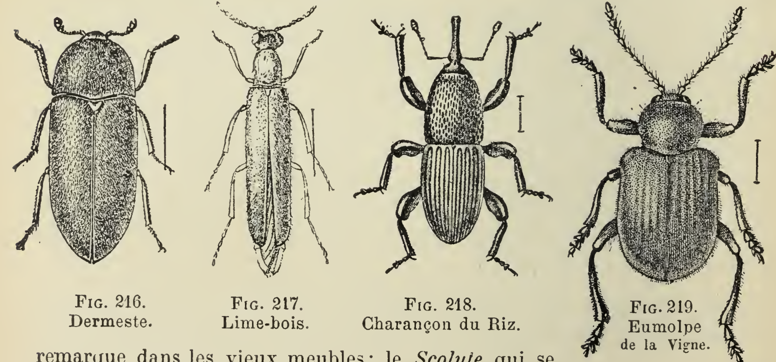


Fig. 216. Dermeste.

Fig. 217. Lime-bois.

Fig. 218. Charançon du Riz.

Fig. 219. Eumolpe de la Vigne.

remarque dans les vieux meubles; le *Scolyte* qui se creuse des galeries dans le tronc des Sapins; le *Ténébrion* qui vit dans les boulangeries, ainsi que sa larve (ver de farine); la *Bruche* qui attaque les pois, lentilles, fèves, etc.; le *Charançon* (fig. 218)

1re et 3e années.

vivant de riz, de blé, etc. (ses dégâts dans les greniers sont parfois considérables); la *Chrysomèle*, l'*Eumolpe* (fig. 219) ou Écrivain qui découpe par petites lanières les feuilles de la Vigne.

Les principaux **Coléoptères utiles** sont : les *Bousiers* (fig. 220) d'un noir luisant, qui vivent dans les fumiers, les bouses de vache et dispersent dans le sol les matières organiques fécondantes; le *Lampyre* ou Ver luisant (fig. 221), qui dévore les Limaces; la *Coccinelle* ou Bête à bon-Dieu dont la larve détruit les Pucerons qui sucent les jeunes pousses et les tuent. — La *Cantharide* (fig. 222), abondante sur les Frênes et les Lilas dans le midi de la France, est utilisée en médecine pour faire des vésicatoires.

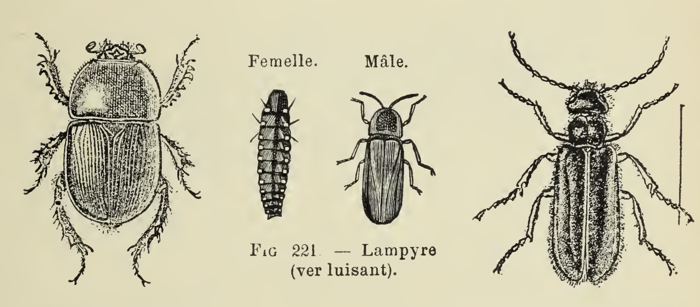


FIG. 220. — Bousier.

FIG. 221. — Lampyre (ver luisant).

FIG. 222. — Cantharide.

II. *ORDRE DES ORTHOPTÈRES. — Insectes broyeurs pourvus de 4 ailes dont 2 élytres. Métamorphoses incomplètes.*

Cet ordre comprend la grande *Sauterelle verte* (fig. 211), les petites Sauterelles à ailes rouges ou bleues répandues dans nos prairies, le *Grillon* commun dans les boulangeries (fig. 223).

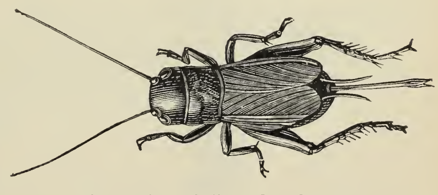


FIG. 223. — Grillon des champs.

Les **Orthoptères nuisibles** comprennent, outre les genres précédents : la *Blatte* qui cause de grands ravages dans les approvisionnements des ports de mer et dans les cuisines mal tenues; la *Courtilière*, à fortes pattes antérieures, très nuisible dans les jardins ; le *Criquet voyageur* (fig. 224) abondant en Afrique et en Orient.

Le Criquet se multiplie d'une manière prodigieuse, envahit par colonnes épaisses les régions cultivées, détruit toute végétation et sème la ruine sur son passage. Aujourd'hui on organise en Algérie, contre de telles invasions,

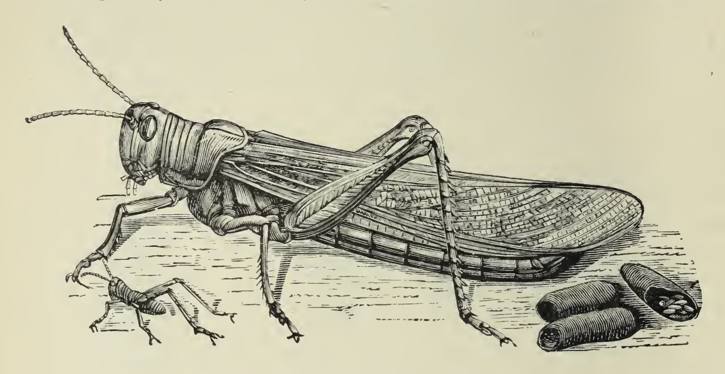


Fig. 224 — Criquet voyageur (gr. nat.).

de véritables armées de soldats et d'indigènes qui exterminent en masse les Criquets et détruisent leurs cadavres au moyen de la chaux.

L'ordre des **PSEUDONÉVROPTÈRES** (III) et celui des **ORTHOPTÈRES** (IV) comprennent des *Insectes broyeurs, pourvus de 4 ailes traversées par un fin réseau de nervures.*

Ils se distinguent par leurs métamorphoses plus ou moins complètes.



Fig 225 — Libellule (gr. nat.).

Dans l'ordre des Pseudonévroptères, on range les *Libellules* ou *Demoiselles*, remarquables par leur grosse tête avec d'énormes yeux, leur abdomen bleu, vert ou gris-perle (fig. 225). Elles peuplent les abords des cours d'eau et des étangs; ces Insectes et leurs larves aquatiques sont d'une extrême férocité.

De l'ordre des Névroptères font partie : le *Fourmilion* dont la larve est terrestre ; la *Phrygane* dont la larve, aquatique et carnassière, s'entoure d'un fourreau formé de bouts de bois, de grains de sable, etc.

1re et 3e années.

V. *ORDRE DES HYMÉNOPTÈRES. — Insectes lécheurs, pourvus de 4* **ailes membraneuses** *à nervures peu nombreuses.*

Ces insectes présentent les mêmes pièces buccales que le Hanneton; mais les mâchoires, *M.* et la lèvre inférieure, *l'*, sont plus allongées et portent de grands palpes, *p* (fig. 226).

Les Hyménoptères comprennent : les *Abeilles*, les *Fourmis*, les *Guêpes*.

Ces animaux forment des *sociétés sagement organisées*, dont chaque membre contribue activement *et de très bon gré* à la prospérité de la colonie à laquelle il appartient.

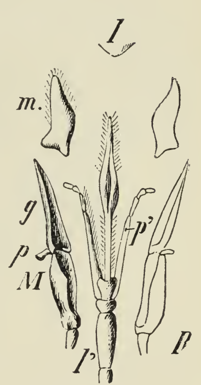


Fig. 226. — Armature buccale d'un Insecte lécheur. *l*, labre ; *m*, mandibules ; M, mâchoires ; *l'*, lèvre inférieure ; *p*,*p'*, palpes.

L'Abeille (fig. 227) présente, dans sa structure et dans ses instincts, une supériorité marquée sur les autres Insectes : ses trachées sont pourvues de vastes vésicules pleines d'air qui lui assurent la légèreté propre aux animaux bons voiliers ; la face ventrale de son abdomen porte 2 rangées de *glandes cirières*, qui sécrètent la cire saillante au dehors sous forme de petites plaques ; ses pattes postérieures présentent 2 articles successifs fort élargis, propres à recueillir la cire et à rassembler le pollen des fleurs ; ses mandibules sont capables de malaxer la cire avec de la salive; ses mâchoires et sa lèvre inférieure sont disposées pour lui permettre de humer le nectar des fleurs.


Fig. 227. — Abeille

Neutre ou ouvrière. Femelle ou reine Mâle ou faux-bourdon

1re et 3e années.

Le mode de construction du nid de l'Abeille, la disposition merveilleuse de ses loges (fig. 228) nous prouvent la profonde intelligence de cet Insecte.

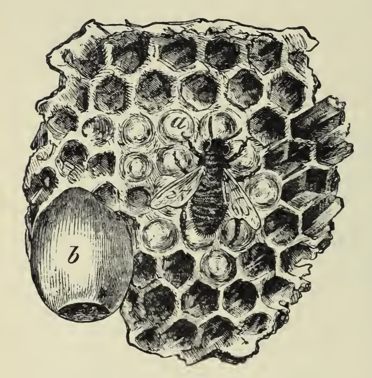


Fig. 228. — Nid d'abeilles

Description des membres d'une société d'Abeilles. — La colonie comprend : des *ouvrières*, des *mâles* ou faux-bourdons et **une reine.**

1° Les *ouvrières* sont les plus petits membres de la colonie ; leur tête porte deux yeux éloignés l'un de l'autre ; leurs ailes sont assez développées et leur abdomen est armé d'un aiguillon droit, en rapport avec une glande qui sécrète du venin. Leurs jambes postérieures sont creusées d'une fossette externe (*corbeille*) destinée à loger les boulettes formées du pollen que recueille l'ouvrière sur les fleurs : ce pollen est rassemblé à l'aide d'une *brosse* formée par 7 ou 8 rangées de poils raides que présente le 1er article des tarses postérieurs (*pièce carrée*) ; la boulette ainsi constituée est retenue dans la corbeille par une sorte de *râteau* formé de poils raides implantés sur les bords de la jambe.

2° Les *mâles* sont les plus gros membres de la colonie ; leur tête porte 2 gros yeux très rapprochés ; leur abdomen renflé est dépourvu d'aiguillon.

3° La *reine*, chargée de pourvoir à la multiplication des membres de la colonie, présente un abdomen volumineux et allongé, armé d'un aiguillon fort et recourbé ; ses ailes sont courtes.

En moyenne, un *essaim* se compose : d'une reine vivant 4 ou 5 ans, de 3,000 ouvrières vivant moins d'un an et de 300 mâles qui sont sacrifiés au bout de 2 ou 3 mois par les ouvrières avant la mauvaise saison : les mâles seraient, en effet, des bouches inutiles en hiver.

Installation de la colonie. — L'Abeille domestique adopte facilement comme demeure la *ruche* qui lui est offerte. Lorsqu'une société se fonde, elle comprend une femelle ou *reine* et des ouvrières qui, aussitôt à l'ouvrage, bouchent les interstices de leur nouvelle demeure avec une matière résineuse recueillie sur les bourgeons, puis construisent des alvéoles. Pour cela, la travailleuse prend avec sa patte postérieure l'une des lames de cire que produisent ses *glandes cirières*, la malaxe avec de la salive au moyen de ses mandibules, et en forme un rouleau qu'elle applique à la voûte de la ruche ; toutes les ouvrières procèdent ainsi pendant quelque temps. La masse de cire étant suffisamment épaisse, des alvéoles hexagonaux très réguliers y sont creusés suivant 2 rangs adossés ; quelques loges plus grandes sont disposées sur les bords, *b* (fig. 228).

Les ouvrières emmagasinent dans les alvéoles le *miel* qu'elles fabriquent

avec le nectar des fleurs; elles amoncellent ce liquide sucré dans leur jabot, où il subit une préparation particulière, puis elles le dégorgent *sous forme de miel* dans un alvéole; une fois l'alvéole rempli, elles le bouchent avec de la cire (*a*).

Multiplication de la colonie. — La reine parcourt les gâteaux et dépose un œuf dans chaque alvéole libre; puis certaines ouvrières y déposent une pâtée de miel et de pollen. Trois jours après la ponte, une jeune larve sort de l'œuf, croît rapidement, est enfermée par les ouvrières dans sa loge, file une coque soyeuse et se transforme en nymphe; celle-ci devient un Insecte parfait (mâle ou ouvrière); 21 jours ont suffi pour l'évolution complète de l'œuf. Les *ouvrières* naissent dans les cellules étroites, approvisionnées d'une grossière pâtée de miel et de pollen; les *reines* proviennent de cellules vastes (*loges royales*) dont les larves sont alimentées avec une *pâtée royale* plus substantielle que la pâtée pollinique.

Si une jeune reine apparaît à l'éclosion dans une ruche, la vieille reine s'en va, et constitue une nouvelle colonie avec une partie de l'essaim; sinon, un combat a lieu entre les deux reines jusqu'à ce que l'une d'elles meure. Si toutes deux succombent, vite la pâtée royale est réservée à une larve dont la cellule est agrandie et qui deviendra la reine de l'essaim. A cet effet, quand la jeune reine apparaîtra hors de sa loge, elle s'élèvera dans les airs par un beau soleil, suivie des faux-bourdons, puis elle rentrera à la ruche et pondra au bout de 2 jours dans les cellules vides. Une reine peut pondre jusqu'à 3 000 œufs par jour.

Pendant l'hiver, les Abeilles demeurent dans la ruche, pressées les unes contre les autres pour résister au froid; elles consomment alors les provisions de miel et de pollen amassées pendant la belle saison précédente. Dès les premiers beaux jours, elles reprennent leur vie active, explorent les bourgeons frais éclos et les fleurs nouvelles.

Ennemis des Abeilles. — Les Abeilles sont pourchassées par la Musaraigne; par la Mésange, le Guêpier et autres Oiseaux; par le Lézard, la Couleuvre, le Crapaud; par les Guêpes et les Frelons. Le Blaireau et l'Ours, gourmands de miel, renversent parfois les ruches pour s'en emparer.

La **Fourmi** (fig. 229) a la tête pourvue de fortes mandibules, un thorax étroit, l'abdomen ovale soutenu par un pédoncule court et très étroit.

Les Fourmis forment aussi des *sociétés* nombreuses, mais sans utilité pour l'Homme.



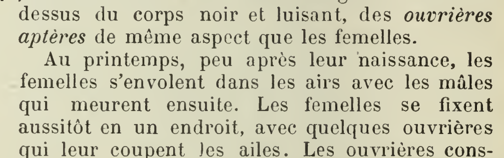
Fig. 229. — Fourmi herculéenne (grossie)

Une société se compose : des *mâles*, de **plusieurs femelles**

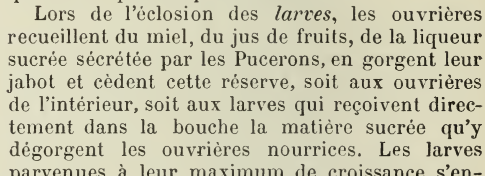
pondeuses et d'un grand nombre d'*ouvrières*. Les *ouvrières n'ont pas d'ailes* (*aptères*), tandis que les mâles et les femelles sont ailés; mais, dès que ces dernières se mettent à pondre, les ouvrières leur arrachent les ailes pour les contraindre à demeurer dans la colonie et à la peupler.

Soit la Fourmi rousse (fig. 230), qui habite les bois et les taillis; sa colonie comprend : des *mâles ailés* tout noirs et couverts de poils, des *femelles ailées* d'un roux ferrugineux avec le dessus du corps noir et luisant, des *ouvrières aptères* de même aspect que les femelles.

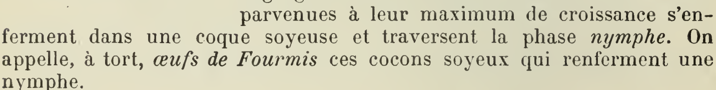
Fig. 230. — Fourmi rousse (grossie).



Au printemps, peu après leur naissance, les femelles s'envolent dans les airs avec les mâles qui meurent ensuite. Les femelles se fixent aussitôt en un endroit, avec quelques ouvrières qui leur coupent les ailes. Les ouvrières construisent un nid (fourmilière), avec des chambres où elles placent les petits œufs blancs, à mesure qu'ils sont pondus par les femelles.



Lors de l'éclosion des *larves*, les ouvrières recueillent du miel, du jus de fruits, de la liqueur sucrée sécrétée par les Pucerons, en gorgent leur jabot et cèdent cette réserve, soit aux ouvrières de l'intérieur, soit aux larves qui reçoivent directement dans la bouche la matière sucrée qu'y dégorgent les ouvrières nourrices. Les larves parvenues à leur maximum de croissance s'enferment dans une coque soyeuse et traversent la phase *nymphe*. On appelle, à tort, *œufs de Fourmis* ces cocons soyeux qui renferment une nymphe.



L'*Insecte parfait* est trop faible pour briser son enveloppe que déchirent encore les ouvrières; il reçoit une éducation progressive, vaque petit à petit aux besoins de la colonie avec les autres[1].

Des sociétés de Fourmis appartenant à des espèces différentes se livrent parfois des combats acharnés, jusqu'à ce que l'une des armées soit en déroute; alors les vaincus survivants sont réduits en esclavage par les vainqueurs : ainsi la Fourmi rousse est capturée par la Fourmi sanguine. La Fourmi noire des jardins, particulièrement friande du liquide sucré sécrété par les Pucerons, construit dans sa fourmilière des étables où ces animaux sont maintenus captifs, mais traités avec beaucoup d'égards. Le Puceron est, en quelque sorte, la vache laitière de la Fourmi.

---

1. La Fourmi n'a pas d'aiguillon; quand elle attaque l'Homme, elle le mord avec ses mandibules et recourbe en avant son abdomen, pour verser dans la blessure l'acide formique venimeux qui y est sécrété.

Hyménoptères nuisibles. — La *Guêpe* (fig. 231) a l'abdomen pédonculé, armé d'un aiguillon venimeux dont la piqûre est dangereuse [1]. La Guêpe commune construit son nid dans la terre avec des feuilles mortes et autres débris, dont elle forme une sorte de papier grisâtre ; à l'intérieur sont des rayons comprenant chacun 1 rang de loges hexagonales. Les larves, pourvues de fortes mandibules, se nourrissent de débris d'Insectes.

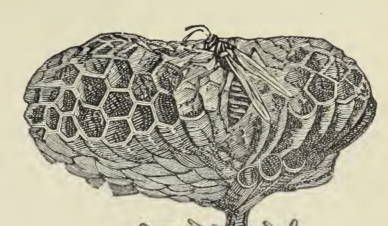


FIG. 231. — Nid d'une Guêpe

La *Tenthrède*, l'*Hylotome* du Rosier, etc., pourvus d'une petite scie ou *tarière* au lieu d'un aiguillon, sont nuisibles en ce que leurs larves (*fausses chenilles*) dévorent le feuillage d'une foule de végétaux.



FIG. 232. — Ichneumon

Parmi les **Hyménoptères utiles** autres que l'Abeille, il convient de citer l'*Ichneumon* (fig. 232), grand destructeur d'Insectes et de Chenilles : la femelle dépose ses œufs dans le corps d'autres Insectes, de chenilles ou de fausses chenilles ; les larves qui sortent de ces œufs dévorent leur hôte et rendent ainsi de grands services à l'agriculture.

La femelle du *Cynips* dépose ses œufs dans une tige ou une feuille qu'elle a piquée de sa tarière ; après l'éclosion de la larve, il se produit au point piqué une irritation avec afflux de sève qui aboutit à la formation d'une *galle;* cette excroissance (fig. 233) est variable avec l'Insecte et le végétal qui la produisent. La galle du Chêne (*noix de galle*), fort usitée en médecine et dans l'industrie, est riche en tanin.



FIG. 233. — Galle du *Cynips* du Rosier.

1. La Piqûre des Guêpes et des Abeilles, parfois bénigne, devient alarmante dans quelques cas; il convient de la traiter ainsi : on enlève l'aiguillon s'il est resté dans la plaie, puis on lave la blessure avec de l'eau additionnée d'ammoniaque ou avec de l'eau blanche (ajouter quelques gouttes de laudanum, si la douleur est trop intense).

VI. *ORDRE DES LÉPIDOPTÈRES (PAPILLONS).* — *Insectes suceurs, dont les 4 ailes sont couvertes d'*écailles.

La bouche de ces Insectes présente une trompe, *M* (fig. 234), formée par 2 tubes creux qui ne sont autre chose que les mâchoires de ces Insectes, fort allongées et modifiées pour la succion.

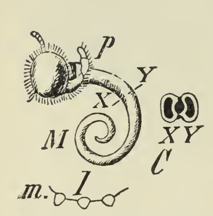


Fig. 234. — Armature buccale d'un Insecte suceur. M, mâchoires formant une trompe vue en coupe en XY.

Les Lépidoptères subissent des métamorphoses complètes dont les phases ont reçu des noms particuliers : la larve s'appelle *chenille ;* la nymphe est une *chrysalide* et l'Insecte parfait est un *papillon.*

Le **Bombyx du Mûrier** (fig. 235) est l'espèce de Papillon la plus utile à l'Homme. C'est un Insecte au corps lourd, massif, couvert de poils blanchâtres ; sa tête porte des antennes analogues à des peignes ; sa trompe est courte, car il ne prend pas de nourriture sous la forme Papillon et meurt aussitôt après avoir pondu ses œufs.

Le Bombyx doit être l'objet de toute notre attention, car de ses œufs sortent les *chenilles* appelées improprement *Vers à soie,* parce qu'elles s'enferment dans un cocon formé d'un fil de soie continu, employé dans l'industrie des étoffes.

On élève le Ver à soie dans les *magnaneries,* au S. de la France.

Évolution du Bombyx. — Les *œufs* (appelés dans le commerce *graine de Ver à soie*) ont été pondus sur des feuilles de carton ou de petits carrés de laine auxquels ils adhèrent ; on les conserve à une température assez basse jusqu'au moment où les feuilles du Mûrier blanc vont s'épanouir ; à ce moment, on les soumet à une douce température (25°) dans une chambre bien aérée ; au bout de 12 jours, il sort de l'œuf une petite chenille noirâtre longue de 2 millimètres (*magnan*).

Cette chenille herbivore, armée de fortes mandibules et pourvue de 3 paires de pattes, est portée dans une chambre d'élevage où elle mange des feuilles de Mûrier. Son développement, à la température de 19°, dure 32 jours pendant lesquels elle subit 5 mues.

La 1re mue a lieu au bout de 5 jours ; la 2e, 4 jours après ; la 3e, 6 jours après la 2e ; la 4e après 7 jours ; 10 jours séparent la 4e de la 5e.

Chaque mue dure 1 jour pendant lequel le Ver à soie reste immobile sans manger ; pendant les 3 jours qui précèdent la 5e mue, il est au contraire d'une extrême voracité ; il atteint alors 6 à 8 centimètres de longueur ; sa couleur est d'un blanc jaunâtre.

Le Ver à soie, translucide et mou, cesse alors de manger et cherche à grimper sur les bruyères qui sont à sa portée (*montée*) ; il y fixe d'abord

des fils grossiers qui forment la charpente de son *cocon*, constitué par l'enroulement d'un fil de soie extrêmement fin[1].

Au bout de 3 ou 4 jours, la chenille a terminé sa prison et passe à la



Fig. 235. — Métamorphoses du Bombyx du Mûrier

phase *chrysalide* qui dure de 15 à 20 jours. Quand l'Insecte est devenu *papillon*, il ramollit la soie à l'une des extrémités du cocon à l'aide d'une sécrétion spéciale, en écarte les brins et sort. Aussitôt la femelle pond et meurt au bout de 2 jours, après avoir donné environ 500 œufs.

1. La matière visqueuse d'où la soie tire son origine est sécrétée par 2 glandes en tube très contournées, placées sur les côtés de l'intestin chez la chenille. Chacune

Les Lépidoptères sont nuisibles pour la plupart, parce que leurs chenilles, pourvues d'un appareil buccal broyeur, causent d'énormes ravages dans les cultures, notamment : le *Bombyx processionnaire* dont les chenilles filent une toile en commun sur les Chênes, s'y abritent pendant le jour et mangent pendant toute la nuit les feuilles des arbres du voisinage; les *Liparis* (fig. 236) dont les chenilles, hérissées de poils raides, portent la désolation dans nos jardins et dans les forêts; les *Noctuelles* et les *Phalènes* dont les chenilles, généralement glabres, ravagent les cultures maraîchères et les arbres fruitiers ; les *Pyrales* avec leurs chenilles *tordeuses.*



Fig. 236. — *Liparis dispar* et sa chenille. (Ailes dessinées seulement à gauche.)

La *Pyrale de la Vigne* (fig. 237) ravage nos vignobles; elle a les ailes jaunes avec des bandes brunes; elle apparaît en juillet et pond ses œufs sur les feuilles; en août, éclosent les chenilles qui, suspendues par un fil, attendent *sans prendre de nourriture* que le vent les pousse sur le cep ou l'échalas. Elles pénètrent alors entre le bois et l'écorce où elles hivernent; au printemps suivant, les chenilles enlacent de fils les jeunes bourgeons qu'elles dévorent et la récolte est perdue. — On combat ce fléau en échaudant ceps et échalas pendant l'hiver.



Fig. 237. — Pyrale de la Vigne (gr nat.).

La *Teigne des tapisseries* est un petit papillon blanc dont la chenille ronge les étoffes de laine.

VII. ORDRE DES RHYNCHOTES. — *Insectes suceurs, pourvus d'un* bec *corné et de 4 ailes nues en général.*

La *Punaise* des bois, la *Punaise des lits* répandue surtout dans les habitations malpropres des villes, la *Cigale* remarquable par

---

de ces glandes se continue en avant par une *filière* très grêle; les 2 filières se confondent en un canal unique terminé dans une petite papille que porte la lèvre inférieure. Dans ce canal aboutissent aussi les canaux excréteurs de 2 petites glandes fournissant un vernis. La matière visqueuse des 2 glandes séricigènes s'écoule dans le canal commun où elle forme un fil rendu brillant par le vernis des glandes accessoires. Le fil qui forme le cocon est continu et atteint plus d'un kilomètre de longueur ; on le dévide, après avoir tué la chrysalide en plongeant le cocon dans l'eau bouillante ; le vernis se ramollit et, pendant le dévidage, les fils de plusieurs cocons peuvent être intimement unis pour constituer la *soie grège.*

son appareil musical, font partie de cet ordre qui compte aussi comme *insectes très nuisibles :* le *Puceron*, le *Phylloxéra* et la *Cochenille.*

Le *Puceron* se multiplie avec une extrême rapidité et cause de grands dégâts dans les cultures, en suçant les bourgeons et les jeunes pousses des plantes. Son abdomen est muni de 2 tubes saillants communiquant avec une glande qui sécrète le liquide sucré dont les Fourmis sont friandes.

Le **Phylloxéra** de la Vigne (fig. 238) a jeté la désolation dans nos riches vignobles du Midi et du Centre de la France depuis 30 ans, et causé la perte de plusieurs milliards de francs. C'est un insecte à peine visible à l'œil nu, mais qu'on peut observer à la loupe. Son évolution est la suivante :

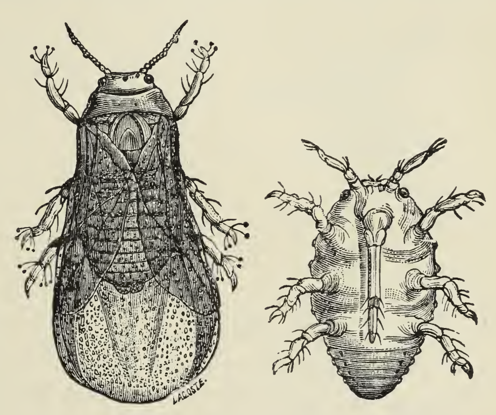


Fig. 238. — Phylloxéra ailé et aptère (très grossi).

Un *œuf d'hiver* est pondu à l'automne sous l'écorce de la tige par une femelle ailée; il en sort, au mois d'avril suivant, une forme (*gallicole*) non ailée qui monte vers les jeunes feuilles, grossit en suçant la plante et s'y multiplie rapidement (500 à 600 œufs en 3 semaines); ces œufs éclosent à leur tour et donnent des jeunes (gallicoles) qui pondent eux-mêmes, et ainsi de suite; certains des individus nouveaux descendent dans la terre, deviennent *radicicoles,* sucent les racines et s'y multiplient à leur tour; ces pontes répétées sont telles qu'au mois d'octobre, *le nombre des descendants du Phylloxéra issus de l'œuf d'hiver atteint plus de* 30 *millions.*

Certains de ces individus peuvent résister dans le sol aux froids rigoureux de l'hiver.

Toutefois, au mois de juin, quelques radicicoles subissent une évolution plus complète et deviennent des *individus ailés* qui montent sur la tige, sont entraînés par le vent et portent au loin la maladie ; fixés sur la face inférieure des feuilles, ils pondent, au bout d'un jour, quelques œufs desquels sortiront des *Phylloxéras sexués ;* les femelles pondent alors chacune 1 œuf d'hiver et meurent aussitôt après.

En résumé, le Phylloxéra présente dans son évolution 4 formes successives : *gallicole, radicicole, ailée, sexuée.*

On combat le Phylloxéra par des injections de sulfure de carbone dans le sol, par l'immersion des vignobles quand cela est possible. La plantation

de vignes américaines, sur lesquelles on greffe des plants français depuis 1881, a permis de reconstituer une grande partie des vignobles détruits.

VIII. ORDRE DES DIPTÈRES. — *Insectes suceurs, pourvus de 2 ailes, ou n'en ayant pas quelquefois.*

Ce sont des *animaux nuisibles :* le *Cousin* ou Moustique (fig. 239) dont la piqûre provoque de vives démangeaisons; le *Taon* (fig. 240), avide de sang qu'il soutire au Bœuf et au Cheval en leur perçant la peau; l'*Œstre* (fig. 241) qui pond ses œufs sur la robe du Cheval, aux endroits que celui-ci lèche le plus souvent [les œufs, avalés par le Cheval, éclosent dans son estomac et les larves sont rejetées avec les excréments peu avant leur transformation en Insectes parfaits]; les *Mouches* (fig. 213) pourvues d'une grande trompe et d'une lèvre inférieure plissée.



Fig. 239. — Cousin (gr. nat.).



Fig. 240 — Taon pris au vol (gr. nat.).



Fig. 241. — Œstre du Cheval (gr. nat.)

Les Mouches sont des Insectes nuisibles parce que, suçant toutes les matières en décomposition, *elles en emportent les microbes avec leurs pattes et leur trompe, et contribuent ainsi à la propagation des maladies infectieuses :* ainsi la Mouche piquante d'automne, suçant le sang de Moutons morts du charbon, peut communiquer cette terrible maladie à l'Homme ou à d'autres animaux qu'elle pique ensuite.

Les larves des Mouches, improprement appelées *Vers* ou *asticots*, ne subissent pas de mue pour se transformer en nymphe; leur corps se raccourcit, leur peau durcit et devient brune : c'est la *pupe* d'où sortira la Mouche ailée.

La *Puce* et le *Pou,* dépourvus d'ailes, sont des parasites de l'Homme; des soins minutieux de propreté nous en préservent.

CLASSE DES MYRIAPODES

On range, dans ce petit groupe, des *Arthropodes vivant dans l'air, pourvus d'une tête distincte et d'un nombre variable d'anneaux portant chacun une ou 2 paires de pattes.*

Nous appelons vulgairement *Mille-pattes* ceux de ces animaux qui s'abritent sous les grosses pierres (fig. 242). — La *Scolopendre* carnassière des pays chauds (Sénégal, Indes) est redoutée pour la morsure qu'elle fait à l'aide de sa 1re paire de pattes transformée en crochets venimeux.

Fig 242 — Mille-pattes

§ 2. CLASSE DES ARACHNIDES

Les Arachnides sont des Arthropodes vivant dans l'air; leur corps est divisé en **2 régions** *distinctes* (*céphalothorax et abdomen*); *le céphalothorax porte* **4 paires de pattes articulées**, *jamais d'ailes.*

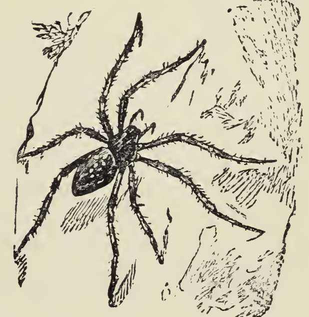


Fig. 243. — Araignée coureuse (gr. nat.).

Les *Araignées* sont les plus communs représentants de cette classe en France (fig. 243).

Description extérieure. — Le corps d'une **Araignée** (fig. 207) présente 2 parties distinctes : en avant, le *céphalothorax*, *cép*, ainsi appelé parce qu'il est formé de l'union de la tête et du thorax ; en arrière, l'*abdomen*, *ab*.

Le **céphalothorax** porte sur le dos les *yeux*, *œ;* sur sa face ventrale sont insérées 6 paires d'appendices :

1° Les *chélicères*, *ch* (fig. 244), crochets percés d'un orifice communiquant avec une glande à venin, *gl* (B).

[C'est à l'aide de cet appareil que l'Araignée, après s'être emparée d'une Mouche ou de toute autre victime, la tue en lui enfonçant ses chélicères dans le corps et injecte du venin dans la plaie.]

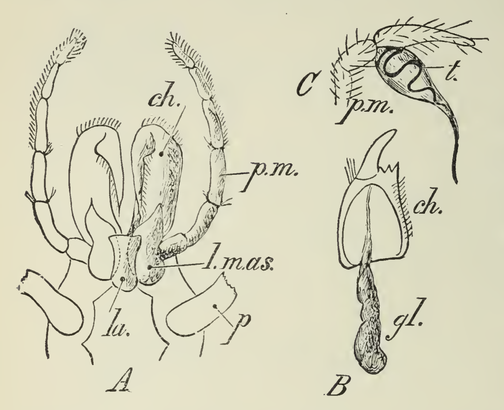


Fig. 244. — A. Chélicère et maxillipède d'Araignée. *ch*, chélicère; *l.mas*, lame masticatrice; *p.m*, palpe maxillaire; *p*, patte. — B Chélicère d'Épeire; *gl*, glande à venin.

2° Les *pattes-mâchoires*, *p.m* (fig. 244), voisines de la bouche et fort peu développées chez l'Araignée qui s'en sert comme organe du toucher ;

3° Les *pattes locomotrices*, *pa* (fig. 207), au nombre de 4 paires, terminées à leur extrémité par des griffes ou des peignes.

L'abdomen présente, en avant et sur sa face ventrale, 2 paires de *stigmates* ou orifices respiratoires symétriquement placés ; il se termine par l'anus, au voisinage duquel est placé l'*organe producteur de la soie* dont l'Araignée tisse sa toile.

Les *glandes séricigènes* (productrices de soie) sécrètent une matière visqueuse qui apparaît à l'extrémité de 4 petits tubes (*filières*) saillants à la partie postérieure de l'abdomen ; à l'aide de l'une de ses pattes, l'Araignée étire cette matière en un fil fin et tisse la toile qui lui sert d'abri ou d'engin pour prendre les animaux dont elle se nourrit.

Organes internes. — L'Araignée suce le sang de ses victimes, mais elle ne les mange pas ; son *tube digestif* envoie des prolongements dans les pattes.

L'*appareil respiratoire* comprend 2 organes appelés improprement *poumons* et 2 *trachées*.

Un poumon consiste en un vestibule rempli d'air qui communique avec l'extérieur par un stigmate ; dans ce vestibule s'ouvrent de nombreuses poches aplaties et parallèles, séparées par des lacunes dans lesquelles circule le sang.

L'*appareil circulatoire* est lacunaire.

Le *système nerveux* est ganglionnaire et les *yeux* sont les seuls organes des sens bien connus chez l'Araignée.

La femelle pond ses œufs qu'elle enveloppe chacun d'un cocon de soie; il en sortira directement une jeune Araignée, sans métamorphoses.

Toutes nos Araignées sont utiles, parce qu'elles détruisent un grand nombre d'Insectes nuisibles. La *Tégénaire* tisse sa toile dans les coins de nos appartements ; la *Lycose* (fig. 207) ne tisse pas de toile et vit dans des trous qu'elle a tapissés de soie; elle s'empare de sa proie en courant sur elle.

En Amérique vit la *Mygale,* grande Araignée toute velue qui atteint jusqu'à 8 centimètres; elle habite un tube muni d'un couvercle, qu'elle a confectionné dans les fentes des arbres ou entre les pierres ; elle y reste à l'affût, soulevant légèrement le couvercle avec ses pattes; elle fond sur sa proie quand elle la juge à sa portée. La Mygale peut tuer de petits Oiseaux.

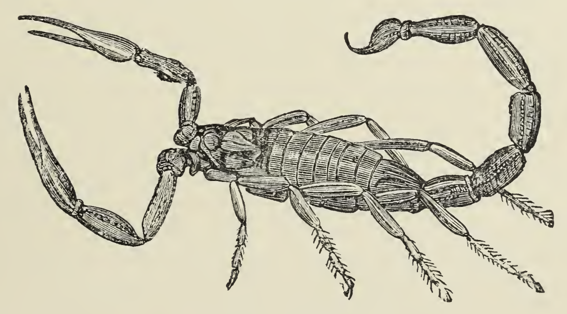


Fig. 245. — Scorpion.

Le **Scorpion** (fig. 245) est un Arachnide armé de 2 grandes pattes-mâchoires terminées par une pince; son abdomen est composé d'anneaux distincts dont le dernier porte un aiguillon venimeux. Il respire par 4 poumons.

Le Scorpion est très commun dans les pays chauds où il atteint jusqu'à 20 centimètres; dans le midi de la France, on n'en trouve que de petites espèces vivant sous les pierres.

On range aussi, parmi les Arachnides, le *Sarcopte de la gale*, animal venimeux visible seulement à la loupe, dont le céphalothorax et l'abdomen sont confondus; la femelle du Sarcopte qui produit la gale chez l'Homme creuse des galeries sous la peau et y pond ses œufs.

La guérison de cette répugnante maladie est assurée par des frictions énergiques de la peau à l'aide de pommades et de bains sulfureux.

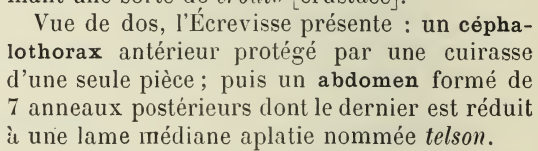
1re et 3e années.

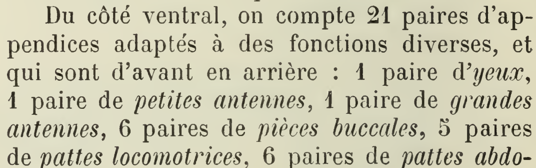
§ 3. CLASSE DES CRUSTACÉS

Les Crustacés sont des Arthropodes **vivant dans l'eau** ; *leur corps est ordinairement protégé par une* **carapace dure**, *imprégnée de calcaire ; ils respirent à l'aide de* **branchies.**

Prenons l'**Écrevisse** comme type (fig. 246).

Description extérieure. — Le corps de l'Écrevisse est contenu dans une enveloppe chitineuse calcifiée formant une sorte de *croûte* [crustacé].





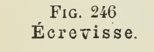


Fig. 246
Écrevisse.

Vue de dos, l'Écrevisse présente : **un céphalothorax** antérieur protégé par une cuirasse d'une seule pièce ; puis un **abdomen** formé de 7 anneaux postérieurs dont le dernier est réduit à une lame médiane aplatie nommée *telson.*

Du côté ventral, on compte 21 paires d'appendices adaptés à des fonctions diverses, et qui sont d'avant en arrière : 1 paire d'*yeux*, 1 paire de *petites antennes*, 1 paire de *grandes antennes*, 6 paires de *pièces buccales*, 5 paires de *pattes locomotrices*, 6 paires de *pattes abdominales,* 1 paire de rames aplaties sur le telson.

Les 14 paires d'appendices antérieurs sont portées par le céphalothorax ; la *bouche* s'ouvre du côté ventral entre les pièces buccales (mandibules, mâchoires et pattes-mâchoires) ; la 1re paire de pattes locomotrices, plus développée que les autres, est terminée par de fortes pinces qui servent d'organe de préhension et de défense; les pattes abdominales, courtes et bifurquées à leur extrémité, portent les œufs chez la femelle ; le telson, au milieu duquel s'ouvre l'anus, sert à l'animal à frapper l'eau et à reculer pour éviter un danger; pour cette raison, l'on dit, inexactement d'ailleurs, que « l'Écrevisse marche à reculons ».

Organes internes. — L'Écrevisse se nourrit surtout de matières animales. Elle saisit sa nourriture avec ses grandes pinces, la triture avec ses pièces buccales et l'introduit dans son *tube digestif* composé d'un vaste estomac antérieur, *S* (fig. 32),

et d'un intestin, *in*, qui s'étend en droite ligne jusqu'à l'anus. [Voir les compléments page 38.]

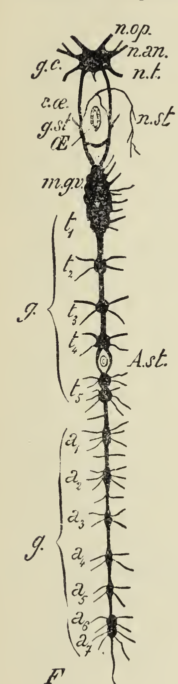


Fig 247. — Système nerveux de l'Écrevisse *g.c*, ganglions cérébroïdes ; *c.œ*, collier œsophagien ; *m.g,v*, masse ganglionnaire sous-œsophagienne ; $g.t_1$ à $g\ t_5$, ganglions thoraciques ; $g.a_1$ à $g.a_7$, ganglions abdominaux. *Œ*, œsophage vu en coupe.

L'Écrevisse *respire* par des *branchies* que portent les pattes locomotrices à leur base ; les branchies sont abritées dans 2 cavités latérales et symétriques, du céphalothorax ; ces cavités sont traversées d'arrière en avant par un courant d'eau constant. [Voir page 52.]

L'appareil circulatoire est lacunaire. Le cœur, *C* (fig. 68), situé sous le céphalothorax en arrière, donne origine à de nombreuses artères qui conduisent le sang *incolore* dans toutes les régions du corps ; après avoir traversé les lacunes situées entre les organes, le sang parvient aux branchies, *Br*, y subit l'hématose et revient au cœur. [Voir page 71.]

L'Écrevisse possède un *système nerveux ganglionnaire* (fig. 247). Les ganglions cérébroïdes volumineux, *g.c*, donnent origine au collier œsophagien, *c.œ,* qui aboutit à une grosse masse ventrale, *m.g.v.* La chaîne ventrale comprend 5 masses ganglionnaires thoraciques, *g.t*, et 7 masses abdominales, *g.a.*

Les *organes des sens* sont bien développés, sauf l'organe du goût encore mal connu ; ils ont pour siège principal la partie antérieure du corps (yeux, antennules et antennes).

L'Écrevisse femelle pond des *œufs* qui, attachés à ses pattes abdominales, y subissent leur évolution et donnent de jeunes Écrevisses. Celles-ci subissent des *mues* successives, sans quoi elles ne pourraient grandir : la mue s'opère grâce à la formation d'une nouvelle enveloppe, molle d'abord, sous l'enveloppe rigide ancienne ; par des mouvements brusques en avant et en arrière, l'Écrevisse se dégage de son enveloppe dure qu'elle a déchirée aux points de plus faible résistance.

Elle vit dans les eaux douces, courantes et limpides.

Il en existe 2 variétés comestibles : la variété à pattes rouges est plus estimée que l'autre dont les pattes sont blanches.

Parmi les **Crustacés comestibles** autres que l'Écrevisse et s'en rapprochant par leur constitution, on range un certain nombre d'animaux marins :

Le **Homard**, qui atteint parfois une longueur de $0^m,40$, possède une 1re paire de pattes thoraciques très fortes (*pinces*); il vit sur les côtes de l'Océan et de la Méditerranée où l'on en pêche plusieurs millions chaque année; sa chair est délicate.

La **Langouste** diffère du Homard par sa carapace épaisse et épineuse, par de grandes antennes très longues et par ses pinces qui demeurent petites; la chair de la Langouste est aussi plus estimée. Ce Crustacé habite le voisinage de nos côtes rocailleuses.

La **Crevette rose** ou Bouquet (fig. 248) et la **Crevette grise**, plus petite et moins délicate, sont abondantes sur les côtes de la Manche et de l'Océan.



Fig 248. — Crevette rose (réduite de moitié)

Le **Crabe** diffère des genres précédents par son céphalothorax très large et son abdomen triangulaire, fort petit et replié sous le céphalothorax. Il est très commun sur nos côtes et se loge dans les anfractuosités des rochers.

Les espèces de Crabes comestibles sont : le gros *Crabe Tourteau* (fig. 249) recherché des gourmets pour la délicatesse de son foie volumineux; l'*Étrille*, l'*Araignée de mer* dont la carapace est hérissée de piquants.

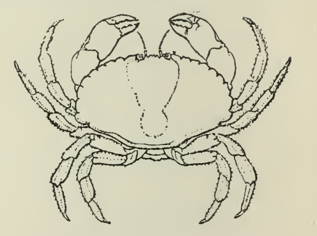


Fig. 249. — Crabe Tourteau (long $0^m,10$ à $0^m,20$).

Tous les genres qui viennent d'être envisagés appartiennent au groupe des **Crustacés podophthalmes**, c'est-à-dire pourvus d'*yeux portés à l'extrémité d'un pédoncule.*

Les Crustacés **édriophthalmes**, dont les *yeux* sont *sessiles*, comprennent quelques genres bien connus dont la tête est distincte du thorax : la *Crevettine* des ruisseaux très commune dans les eaux douces; le *Talitre* ou Puce de mer (fig. 250), au corps comprimé sur les côtés, qui s'enfonce dans le sable fin du bord de la mer et saute avec agilité; le *Cloporte*, commun dans les caves et autres lieux humides.

Fig. 250. — Talitre.

III. EMBRANCHEMENT DES VERS

*Les Vers ont une symétrie bilatérale; leur corps est formé d'*anneaux *toujours* dépourvus de pattes articulées.

Division des Vers en classes. — Le Lombric (fig. 251), la Sangsue (fig. 255) et le Ténia (fig. 257) sont des Vers. Mais le Ténia, qui vit en *parasite à l'intérieur du corps* de l'Homme et de certains animaux, présente une organisation fort différente des 2 autres types; son *corps* annelé est *plat :* aussi le range-t-on dans la classe des PLATHELMINTHES (Vers plats).

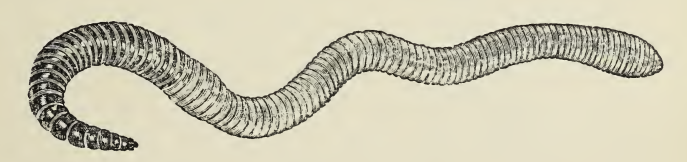


Fig. 251 — Lombric

Le Lombric et la Sangsue vivent en liberté; ils sont pourvus de **soies locomotrices** (Lombric) ou de **ventouses** (Sangsue); leur organisation est assez complexe. Ils appartiennent à la classe des ANNÉLIDES.

VERS	*libres*, pourvus de *soies* ou de *ventouses;* chaîne ganglionnaire ventrale......	ANNÉLIDES [Lombric].
	parasites, dépourvus de chaîne nerveuse ventrale.....................	PLATHELMINTHES [Ténia].

1re et 3e années.

§ 1. CLASSE DES ANNELIDES

Les Annélides sont des Vers libres, pourvus de soies locomotrices ou de ventouses; ils possèdent un système nerveux avec une chaîne ganglionnaire ventrale.

Le *Lombric* nous servira de type pour les Annélides **CHÉTOPODES** pourvues de soies locomotrices; la *Sangsue*, pour les Annélides **HIRUDINÉES** pourvues de ventouses.

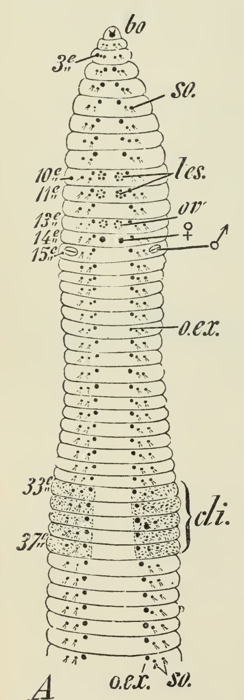


Fig. 252. — Partie antérieure du corps du Lombric — A; *bo*, bouche avec une lèvre saillante; *so*, soies locomotrices; *o ex*, orifices excréteurs.

1re et 3e années.

I. CHÉTOPODES. — *Annélides pourvues de* **soies locomotrices.**

Le **Lombric** ou **Ver de terre** habite la terre humide et les matières organiques en décomposition. Son corps, composé parfois de plus de 100 anneaux, est cylindrique au milieu, effile aux deux extrémités. L'extrémité antérieure porte la bouche, *bo* (fig. 252); l'anus s'ouvre sur le dernier anneau du corps. On remarque à la loupe, tout le long de la face ventrale, 4 rangées latérales et symétriques de soies, *so*, disposées 2 à 2; ces soies sont recourbées légèrement en arrière, et l'animal s'en sert pour se maintenir dans les galeries souterraines qu'il occupe pendant le jour.

Le Lombric vit surtout de débris végétaux et des matières en décomposition contenues dans la terre qu'il avale; ces matières séjournent dans son *tube digestif* rectiligne, y subissent l'action des sucs digestifs; le résidu en est rejeté par l'anus sous la forme de petits monticules contournés en tous sens. [On voit de ces

monticules en abondance dans les jardins par les temps humides, surtout le matin.]

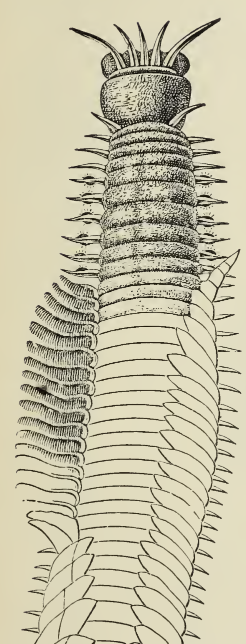


Fig. 253. — Partie antérieure du corps de l'Eunice (Annélide errante) dont les branchies plumeuses, normalement relevées a droite, ont été rabattues en partie à gauche.

Le Lombric a la *respiration cutanée*, c'est-à-dire que les échanges gazeux entre son sang et l'air se font à travers la peau qui doit être toujours humide.

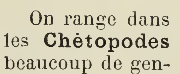
Son *appareil circulatoire* est compliqué.

Le *système nerveux* du Lombric comporte deux petits ganglions cérébroïdes, un collier œsophagien et une chaîne ganglionnaire ventrale. Pas d'*organes des sens*.

Le Lombric se multiplie par *œufs*. Il présente aussi cette curieuse particularité : quand il a été coupé en deux tronçons, chacun de ces tronçons se complète peu à peu pour donner un Ver complet ; l'un acquiert une tête, l'autre une queue.



Fig. 254. — Serpule.



On range dans les **Chétopodes** beaucoup de genres marins les uns sont libres et vagabonds comme l'*Eunice* (fig. 253); les autres sont sédentaires comme la *Serpule* (fig. 254) qui habite un tube, et l'*Arénicole* qui vit dans la vase des ports.

L'Arénicole sert d'amorce pour la pêche en mer.

II. *HIRUDINÉES*. — *Annélides pourvues de* **ventouses**.

La Sangsue médicinale (fig. 255) habite les eaux douces des ruisseaux et des marais.

Son corps est composé de 100 anneaux environ dépourvus de

soies locomotrices; il présente deux *ventouses :* l'une antérieure, *v.a* (fig. 33), où s'ouvre la bouche; l'autre postérieure, *v.p,* au dos de laquelle débouche l'anus. Grâce à l'extension que peut prendre son corps et à ses ondulations dans l'eau, la Sangsue nage; elle se sert de ses ventouses pour se fixer et aussi pour se déplacer sur le sol.

La bouche de la Sangsue est armée de 3 mâchoires demi-circulaires, hérissées de petites dents; à l'aide de ces mâchoires, la Sangsue fait

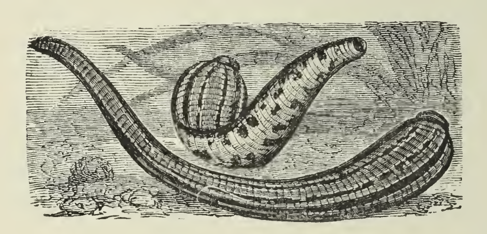


Fig. 255. — Sangsue

des incisions à la peau de l'animal sur lequel elle se fixe et lui suce le sang; elle en remplit ses 11 *estomacs* successifs et digère fort lentement le sang qu'elle a absorbé.

La Sangsue a une *respiration cutanée,* un *appareil circulatoire* incomplètement clos.

Son *système nerveux* (fig. 256) présente des ganglions cérébroïdes, un collier œsophagien et une double chaîne ventrale. Des *organes sensoriels* occupent le bord de la ventouse antérieure.

La Sangsue pond des *œufs* qu'elle enveloppe d'un manchon muqueux (*cocon*); un mois après la ponte, il en sort de jeunes Sangsues.

On employait fréquemment autrefois la Sangsue en médecine pour aspirer le sang de certains malades; aujourd'hui, l'usage en est bien moins répandu.

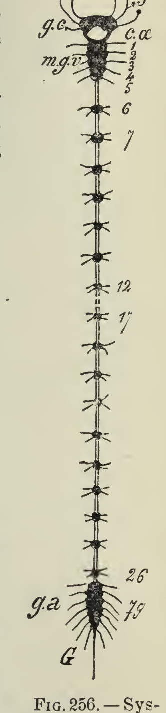


Fig. 256. — Système nerveux de la Sangsue. *g.c,* ganglions cérébroïdes; *c.œ,* collier œsophagien; *m.g.v,* masse ganglionnaire sous-œsophagienne; 1 à 33, chaîne ventrale avec 33 paires de ganglions.

1re et 3e années.

§ II. CLASSE DES PLATHELMINTHES

Les Plathelminthes sont des Vers **parasites [Vers intestinaux]** *dont le corps est généralement plat et dépourvu de chaîne nerveuse ventrale.*

Les Vers intestinaux sont très nombreux chez l'Homme et les animaux ; parmi ceux qui nous intéressent le plus, nous citerons le *Ténia* dont le corps plat est annelé, la *Trichine* et l'*Ascaride* dont le corps cylindrique ne présente pas d'anneaux.

Le **Ténia armé**, connu vulgairement sous le nom de *ver solitaire, A* (fig. 257), atteint 2 à 3 mètres de long dans l'intestin

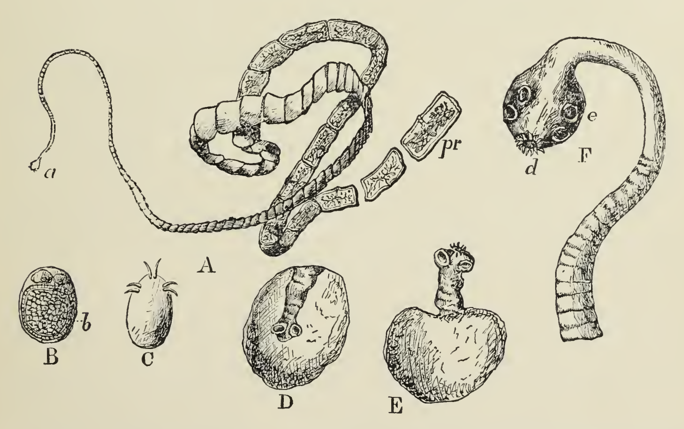


FIG. 257. — Ténia de l'Homme. — A ; *a*, tête et ses nombreux anneaux ; *pr*, proglottis ou anneau détaché rempli d'œufs. — B, œuf renfermant l'embryon, *b*. — C, *Embryon hexacanthe* sorti de l'œuf. — D, *Cysticerque*, avec la tête invaginée. — E, le même avec la tête sortie de la vésicule. — F, *Scolex ; d*, tête ; *e*, ventouses (début du Ténia, dont les anneaux sont en formation)

de l'Homme, où il vit en parasite. L'extrémité très étroite de son corps, improprement appelée tête, *a*, porte deux rangées de crochets qui, engagés comme des hameçons dans la paroi de

l'intestin, y fixent l'animal. Un cou allongé, faisant suite à la tête, est divisé en *anneaux* d'abord microscopiques, qui grandissent rapidement et atteignent 1 centimètre de long. Ces anneaux sont le lieu de formation d'un nombre considérable d'*œufs* (*B*), qui y mûrissent et éclosent même dans les proglottis, *pr*, sous l'aspect d'*embryons à six crochets* (*C*). Les derniers anneaux détachés sont entraînés au dehors avec les excréments où pullulent des embryons de Ténia.

Si, comme il arrive trop souvent dans les campagnes, les déjections humaines sont déposées sur le fumier, le Porc qui y accède avale des œufs et des embryons dont une nouvelle phase évolutive s'accomplit : par leurs crochets, les embryons perforent la paroi intestinale du Porc et pénètrent dans les vaisseaux ; le sang les répartit dans tout le corps et principalement dans les muscles où chaque embryon donne une vésicule blanchâtre, grosse comme un pois. Cette vésicule (*D*) présente une invagination au fond de laquelle s'organise une tête de Ténia : c'est un *cysticerque* qui, s'entourant d'un kyste protecteur, demeure à l'état de vie latente aussi longtemps que la chair du Porc, crue ou mal cuite, ne sera pas mangée par l'Homme.

Une fois parvenus dans l'intestin de l'Homme, les cysticerques perdent leur kyste et leur vésicule ; la tête et le cou du Ténia, demeurés seuls sous forme de *scolex* (*F*), constitueront un nouveau Ténia.

Œuf, embryon hexacanthe, cysticerque, scolex, ténia : telles sont les phases du parasite qui accomplit les formes d'embryon et de cysticerque dans le corps du *Porc ladre*.

La présence du Ténia dans l'intestin de l'Homme est incommode sans être dangereuse ; aussi est-il bon de prendre des précautions pour l'éviter.

Sous Louis XIV déjà, des *langueyeurs* étaient chargés de reconnaître si les Porcs étaient atteints de ladrerie, par la seule inspection de la muqueuse buccale au voisinage du frein de la langue. *Tout Porc ladre présente, dans cette région de la bouche, des taches blanchâtres* qui sont autant de kystes de cysticerques.

La chair du Porc doit être bien cuite et pendant longtemps dans tous les cas.

La **Trichine** (fig. 258) est un Ver à peu près cylindrique. Elle a 3 ou 4 millimètres de long, est renflée à sa partie postérieure et s'effile en avant. Elle envahit le corps des Souris et des Rats dont le Porc mange parfois les cadavres. Comme les muscles de la Souris étaient infestés de larves de Trichines enkystées, le suc gastrique de l'estomac du Porc

dissout les kystes; les larves mises en liberté passent rapidement à l'état adulte, et les femelles pondent une multitude d'œufs dans l'intestin du Porc.

Les *œufs* donnent des *larves* qui traversent l'intestin et pénètrent dans les vaisseaux du Porc malade, d'où elles sont disséminées dans toute l'étendue des muscles. Ces larves s'immobilisent, s'entourent d'un kyste constitué aux dépens des fibres musculaires altérées. Elles demeureront à cet état, jusqu'à ce que la chair du Porc soit consommée par l'Homme par exemple ; alors s'accomplira, dans l'intestin et les muscles de l'Homme, une série de transformations identiques à celles dont le Porc a été le témoin.

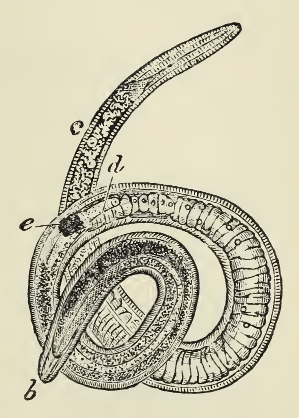


Fig 258. — Trichine.

L'Homme trichiné éprouve, dans ses fonctions digestives, un malaise d'autant plus aigu que les parasites sont plus nombreux. L'altération des muscles est faible dans le cas où quelques Trichines seulement s'y sont fixées, et la maladie cesse avec l'enkystement des larves; quand les Trichines sont nombreuses, les muscles respiratoires en particulier sont profondément modifiés et la maladie devient mortelle.

La trichinose est très rare en France.

L'**Ascaride lombricoïde**, qui vit dans l'intestin de l'Homme et du Cheval, atteint jusqu'à 25 centimètres. On attribue à sa présence chez les jeunes enfants les convulsions dont ils sont parfois victimes.

IV. EMBRANCHEMENT DES MOLLUSQUES

Les Mollusques ont un **corps mou** *protégé le plus souvent par une coquille calcaire; leur symétrie bilatérale est parfois masquée par la torsion du corps.*

Division des Mollusques en classes. — Le Colimaçon (fig. 261), l'Huître (fig. 259) et la Seiche (fig. 260) sont rangés dans le même embranchement, parce qu'ils ont une *peau molle* avec de nombreuses glandes qui sécrètent un mucus épais ; leur enveloppe musculaire présente un *pied* ventral et un pli dorsal appelé *manteau* qui recouvre plus ou moins complètement leur corps ; ce manteau sécrète une *coquille* et abrite l'appareil respiratoire.



Fig. 259. — Huître (demi-gr. nat.).

Le Colimaçon possède une *coquille externe formée d'une seule pièce contournée;* son pied est une sorte de *large semelle ventrale* sur laquelle il glisse pour se déplacer ; il appartient au groupe des GASTÉROPODES.

L'Huître est protégée par une *coquille externe bivalve*, c'est-à-dire *formée de* 2 *parties articulées ;* son pied est fort petit et ne sort pas de la coquille; les branchies que protège le manteau forment des feuillets ou *lamelles* parallèles. L'Huître est rangée dans les LAMELLIBRANCHES.

La Seiche possède une coquille interne, *os* (*B* et *C*, fig. 275);

1re et 3e années.

son corps porte en avant une tête volumineuse avec une *couronne de bras représentant une partie du pied* (*A*).

La Seiche est un **CÉPHALOPODE**.

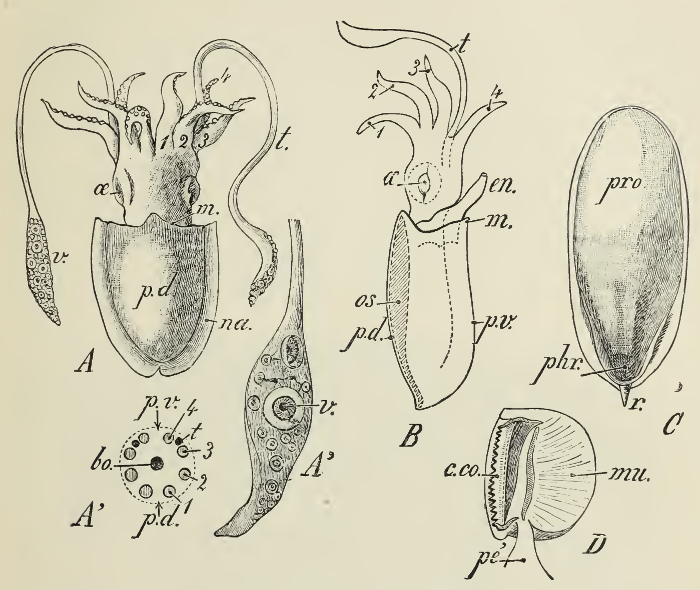


Fig. 260. — A; Seiche (long. 0m,10 à 0m,20). *p.d*, paroi dorsale; *na*, nageoire; *m*, manteau; tête portant les yeux, *œ*, et 10 bras dont 2 tentacules, *t*, avec ventouses *v* (A′). La figure située au-dessous de A montre la position symétrique des bras [1, 2, 3, 4 et *t*] autour de la bouche; *p.d*, *p.v*, parois dorsale et ventrale. — B; vue de profil montrant l'entonnoir ventral, *en; os*, place de l'os de Seiche. — C; *r*, rostre; *phr*, phragmocône; *pro*, proostracum. — D; ventouse

		Classes.
MOLLUSQUES	Coquille univalve et contournée. *Large pied* servant à ramper.....................	Gastéropodes [Colimaçon].
	Coquille bivalve. *Branchies lamelleuses*. Pied rudimentaire généralement...............	Lamellibranches [Huître].
	Coquille interne, externe ou nulle. Une *couronne de bras* portée par la tête en avant.	Céphalopodes [Seiche].

1re et 3e années.

§ 1. CLASSE DES GASTÉROPODES

Les Gastéropodes sont des Mollusques protégés par une coquille **univalve** *et contournée; ils rampent sur un* **large pied ventral.**

La plupart des Gastéropodes vivent dans la mer ou dans les eaux douces et respirent par des *branchies.*

Le Colimaçon et quelques autres genres seulement vivent dans l'air et résident en général dans les endroits humides; ils ont un appareil respiratoire appelé *poumon.*

Description extérieure. — Soit le **Colimaçon,** plus connu encore sous le nom d'**Escargot** (fig. 261). Considéré au moment où il

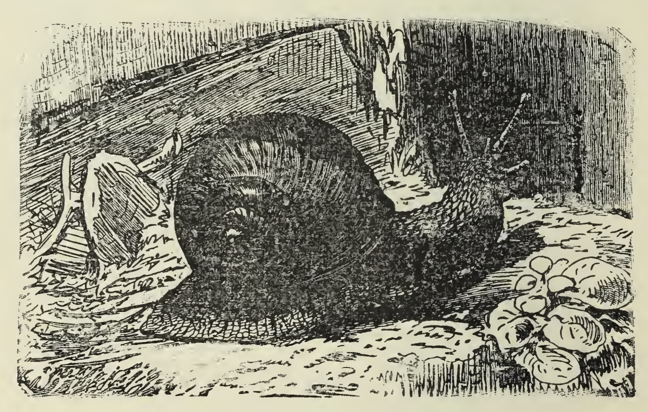


Fig 261. — Escargot (gr. nat).

rampe sans être inquiété sur les plantes, le Colimaçon repose sur une large semelle musculaire appelée *pied;* en avant, sa *tête distincte* présente une bouche terminale et 4 *tentacules* dressés et creux, dont 2 plus grands portent les yeux.

Vient-on à toucher avec le doigt l'un de ces tentacules, vite l'animal le retire, le *rétracte :* on dit que les tentacules de l'Escargot sont *rétractiles.*

Au-dessus du pied, on remarque la *coquille univalve* (formée d'une seule pièce) et enroulée, de la pointe à l'ouverture, dans

le sens du mouvement des aiguilles d'une montre; la coquille abrite la plus grande partie de la masse viscérale; le Colimaçon s'y retire même complètement pour se reposer, ou bien quand on le tourmente : à cet effet, il contracte un muscle puissant dont les fibres s'insèrent sur la *columelle* (pilier central de la coquille) et s'engagent d'autre part entre les fibres musculaires du pied.

Au début de l'hiver, l'animal se met à l'abri du froid et ferme l'ouverture de sa coquille avec un *opercule* calcaire, sorte de petit couvercle qu'il sécrète à cette occasion et qu'il détache au printemps suivant.

Dans l'angle interne de l'ouverture de la coquille, on distingue facilement 2 orifices : l'un est l'*anus,* par lequel sortent les excréments du Colimaçon; l'autre orifice, appelé *pneumostome*, donne accès dans l'appareil respiratoire; il s'ouvre et se ferme périodiquement.

Si l'on brise la coquille avec précaution et qu'on en dégage l'animal, on voit la masse viscérale constituant un *tortillon* brunâtre enroulé de même sens que la coquille. De plus, la peau forme un repli dorsal, le *manteau*, terminé sur le bord même de la coquille par un bourrelet épais. Le manteau recouvre une grande cavité respiratoire pleine d'air humide, appelée *poumon*, qui communique périodiquement avec l'air extérieur par le pneumostome; celui-ci s'ouvre à droite du bourrelet antérieur formé par le manteau.

Organes internes. — Le *tube digestif* de l'Escargot (fig. 34) présente une bouche antérieure, *B*, armée de mâchoires et d'une *radula*, ruban hérissé de nombreuses dents; les mâchoires broient les aliments, la *radula* les réduit en pulpe. A la bouche font suite : l'œsophage; puis l'estomac, *Es;* un intestin très contourné dans le tortillon où il est entouré des lobes du foie, *F;* l'anus, *an*, débouche à droite de l'ouverture de la coquille.

L'*appareil respiratoire* est le poumon signalé plus haut.

L'appareil circulatoire est lacunaire; il présente un cœur à 2 cavités [1 oreillette, *O*, et 1 ventricule, *V* (fig. 34)], placé tout au voisinage du poumon. Le sang *incolore* est distribué du ventricule par une artère, *A*, dans toutes les parties du corps; il tombe dans des lacunes, subit l'hématose à travers la paroi du poumon et entre dans les ramifications d'une veine pulmonaire, *v. p.* qui le ramène à l'oreillette du cœur, *O*. (Voir aussi la figure théorique, 53, *A*.)

L'*appareil excréteur* reçoit le nom de *corps de Bojanus* chez les Mollusques; il est voisin du rectum.

Le *système nerveux* de l'Escargot (fig. 262), logé dans la tête, com-

prend 2 forts *ganglions cérébroïdes, g.c,* d'où part un double collier œsophagien aboutissant à 2 *ganglions pédieux, g.p,* et à une masse ganglionnaire viscérale, *g.v,* confondus en une masse unique sous-œsophagienne.

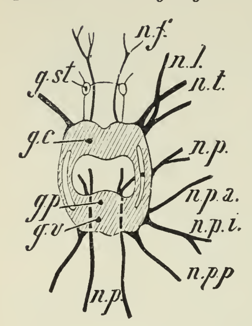


Fig. 262. — Système nerveux de l'Escargot : *g.c,* ganglions cérébroïdes; *g.p, g.v,* ganglions pédieux et ganglions viscéraux confondus en une masse nerveuse sous-œsophagienne ; 2 colliers œsophagiens réunissent cette masse nerveuse aux ganglions cerébroïdes.

Les *organes de la vue et de l'ouïe* sont très distincts. Les yeux sont portés à l'extrémité des 2 plus grands tentacules rétractiles; les organes de l'ouïe consistent en 2 vésicules auditives situées près des ganglions pédieux.

Les 2 petits tentacules que porte la tête paraissent surtout des organes du toucher.

Le Colimaçon pond environ 50 œufs, dans la terre humide, pendant les beaux jours; de ces œufs gros comme un pois, il sort, au bout de 20 jours, de jeunes animaux qui parviendront à l'état adulte au printemps suivant.

Le gros Escargot de Bourgogne ou *Hélice vigneronne,* qui habite les vignes, est un aliment très apprécié dans le N. de la France.

La *Limace* (fig. 263) a comme coquille une lame mince non visible à l'extérieur; c'est un Mollusque herbivore *très nuisible,* comme le Colimaçon et la Limace rouge.

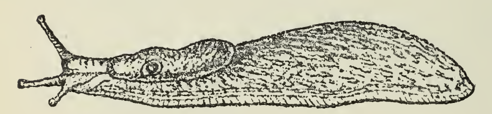


Fig. 263. — Limace (demi-gr. nat.).

Parmi les **Gastéropodes utiles**, on peut ranger diverses espèces marines toutes pourvues de *branchies* abritées par le manteau :

L'*Haliotide* a une coquille nacrée en forme d'oreille; on pêche cette espèce comestible sur les rochers de la Manche et de la Méditerranée. La *Patelle* (fig. 264) a une coquille conique et nacrée, étroitement appliquée par un large pied, *pi,* sur les rochers battus par les vagues; on la pêche en abondance sur nos côtes. La *Littorine* ou Vignot (fig. 265) est pourvue d'une coquille épaisse;

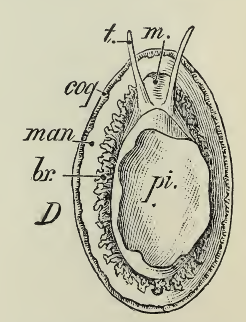
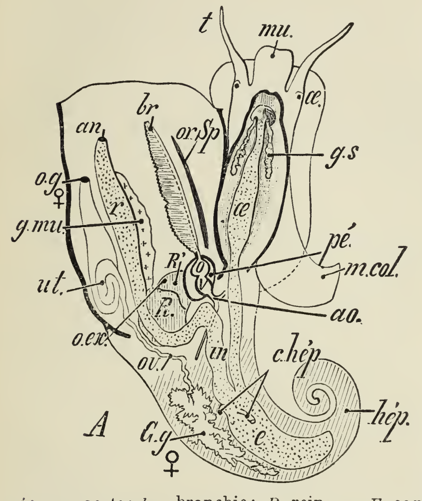


Fig. 264 — Patelle (gr. nat.). *coq,* coquille ; *man,* manteau; *br,* branchies; *pi,* pied; *t,* tentacules; *m,* mufle.

quand l'animal se retire dans sa coquille, il y est totalement renfermé par un opercule corné, *F'*, qui en obstrue l'ouverture ; cet opercule est porté



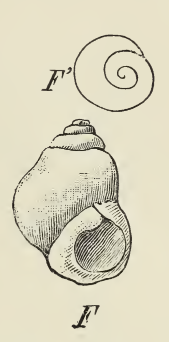


Fig. 265. — Littorine. A : *mu*, mufle ; *t*, tentacules ; *œ*, yeux ; *m.col*, muscle columellaire ; *g.s*, glandes salivaires ; *œ*, *e*, *in*, *r*, *an*, tube digestif ; *hép*, hépatopancréas et ses canaux excréteurs, *c.hép*, aboutissant à l'estomac *O.V*, cœur contenu dans le péricarde, *pé* ; *ao*, aorte ; *br*, branchie ; *R*, rein — *F*, coquille et son opercule, *F'*.

sur la face dorsale et postérieure du pied. Le *Murex* est appelé encore *Rocher*, à cause de sa coquille épaisse.

§ 2. LAMELLIBRANCHES

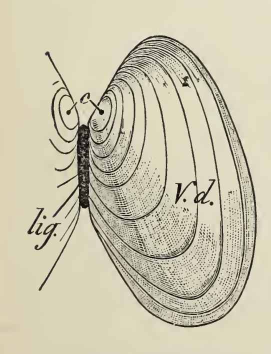


Fig. 266. — Anodonte (demi-gr. nat.).

1re et 3e années.

Les Lamellibranches sont des Mollusques à symétrie bilatérale dont la **coquille bivalve** *est tapissée par un manteau comprenant 2 lobes ; ils possèdent des* **branchies en forme de lames parallèles.**

Peu de Lamellibranches vivent dans les eaux douces comme l'*Anodonte ;* la plupart sont marins comme la *Moule*, l'*Huître*.

Description extérieure. — Soit l'**Anodonte**, Moule des étangs, qui pullule dans la vase. Sa *coquille*, mince et allongée (fig. 266), comprend 2 *valves symétriques*.

Ces valves sont réunies du côté dorsal par un ligament élastique, *lig.*, et du côté ventral, par 2 muscles (fig. 267), situés : l'un, *m.a*, en avant de la bouche, *b;* l'autre, *m.p,* en avant de l'anus, *a.*

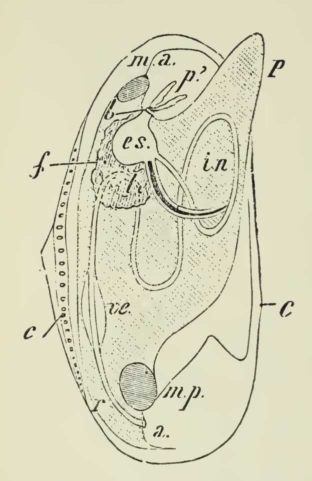


Fig. 267 — Appareil digestif de l'Anodonte; *m.a*, *m.p*, muscles adducteurs antérieur et postérieur; *b*, bouche avec palpes, *p'*; *es*, estomac; *in*, intestin; *r*, rectum traversant le ventricule du cœur; *a*, anus; *f*, foie.

Par la contraction de ses muscles; l'Anodonte peut s'enfermer complètement dans sa coquille dont elle applique les 2 valves bord à bord.

La coquille, *coq* (fig. 268), est tapissée intérieurement par le *manteau, man;* le manteau est formé de 2 lobes soudés à la partie dorsale du corps; ces 2 lobes constituent en avant la *cavité palléale, ca. p*, où fait saillie la masse viscérale, *Co ;* la masse viscérale est surmontée du *pied, P* (fig. 267).

De part et d'autre de la masse viscérale sont 2 branchies, *Br*.

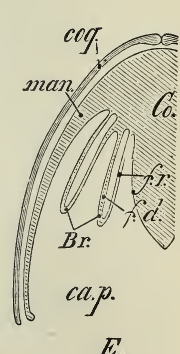


Fig. 268. — Demi-coupe transversale montrant le mode d'insertion des branchies, *Br*, entre le manteau, *man*, et la paroi du corps, *Co*, dans la cavité palléale, *ca.p; coq*, coquille.

Organes internes. — Le *tube digestif* commence à la bouche, *b*, qui reçoit les particules en suspension dans l'eau; celles-ci entrent dans l'estomac, *es*, entouré du foie, *f*, et pénètrent dans l'intestin recourbé, *in;* les déchets parviennent au rectum et sont rejetés par l'anus, *a*, dans un courant d'eau qui les emporte au loin.

L'*appareil respiratoire* est formé de 4 branchies, *Br* (fig. 268), lamelles symétriquement placées de chaque côté du corps.

L'*appareil circulatoire* est lacunaire; il comprend un cœur dorsal, avec 1 ventricule médian, *ve* (fig. 267) [*traversé par le rectum*] et 2 oreillettes latérales symétriques.

Le sang *incolore* est conduit du ventricule aux lacunes du corps par des artères; il traverse ensuite les branchies où il subit l'hématose et revient aux 2 oreillettes du cœur (fig. 53, A).

Le *système nerveux* de l'Anodonte (fig. 269) est composé de 3 paires de ganglions : 1 paire de ganglions cérébroïdes, *g.c*, réunis par une commis-

sure, *co*, passant en arrière de la bouche; 1 paire de ganglions pédieux, *g.p*, situés à la base du pied; 1 paire de ganglions viscéraux, *g.v*, visibles sur le muscle postérieur, *m.i*. 2 colliers indépendants, *co′* et *co″*, réunissent les ganglions cérébroïdes aux ganglions pédieux d'une part, aux ganglions viscéraux de l'autre.

Les *organes des sens* sont peu faciles à distinguer.

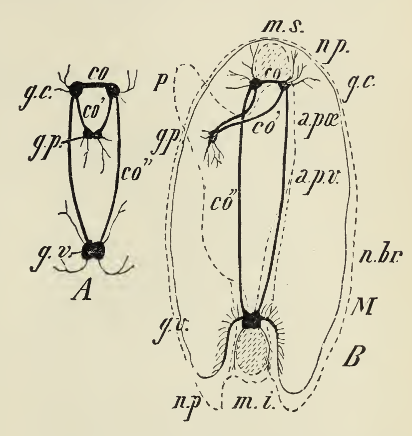


Fig. 269. — Système nerveux de l'Anodonte. Ganglions cérébroïdes, *g.c*, unis entre eux par la commissure *co*, et reliés aux ganglions pédieux, *g.p*, et aux ganglions viscéraux, *g.v*, par les connectifs *co′* et *co″*; *m.s*, *m.i*, muscles adducteurs supérieur et inférieur; *M*, manteau; *p*, ied.

La **Moule** (fig. 270) présente 2 muscles réunissant ses valves comme celles de l'Anodonte; elle en diffère cependant en ce que le muscle antérieur est très petit.

La Moule comestible, qui vit en divers points de nos côtes, est simplement recueillie à marée basse en Bretagne et en Normandie; mais, aux environs de La Rochelle, on en fait l'élevage . de longs pieux sont enfoncés dans la vase et disposés en allées régulières (*bouchots*); on relie ces pieux par des branchages, de manière à former des claies couvertes par l'eau de mer à marée haute; les Moules se fixent sur ces claies, atteignent au bout de 2 ans la taille voulue pour être livrées au commerce, et sont cueillies par les pêcheurs à marée basse.

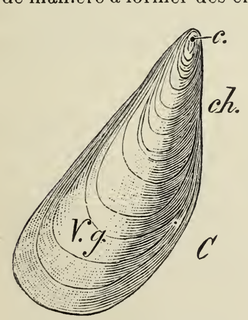


Fig. 270. — Moule (demi-gr. nat.). *V.g*, valve gauche de la coquille; *c*, crochet; *ch*, charnière.

L'Huître (fig. 259 *bis*) vit dans la mer à une faible profondeur, fixée aux rochers; elle est abondante sur nos côtes où elle est l'objet d'une culture attentive (*ostréiculture*) en divers points : Arcachon, Marennes, Cancale, Concarneau, etc.

Elle présente une coquille écailleuse formée de 2 *valves inégales :* une valve gauche concave fixée aux rochers et contenant le corps de l'animal; une valve droite plane; cette dernière est articulée sur la valve gauche par une charnière

pourvue d'un ligament; *un seul muscle* puissant réunit les 2 valves en leur milieu et permet à l'Huître inquiétée de s'enfermer dans sa coquille.

Le muscle, *Sw*, fig. 270 *bis*, qui relie les valves ayant été coupé au moyen d'une lame de couteau glissée sous la valve plane, on enlève cette valve et l'on aperçoit l'un des 2 lobes du *manteau* transparent, *Mt*, qui enveloppe le corps; au-dessous de ce lobe est le muscle adducteur en avant duquel on peut voir battre le cœur, *H*; les *branchies*, *K*, sont constituées par 4 lamelles striées et superposées qui contournent le muscle et s'étendent de la bouche au voisinage de l'anus. On ne distingue dans l'Huître ni tête, ni pied. [Le pied lui est inutile, puisque l'animal vit fixé aux rochers.]

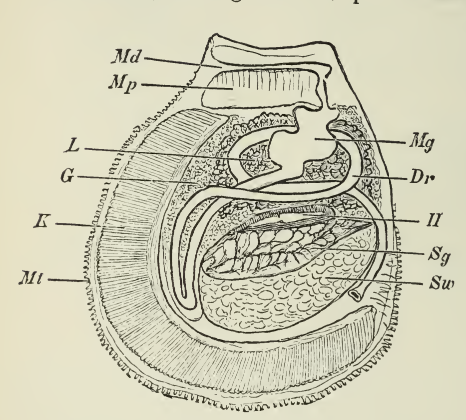


Fig. 270 *bis*. — Huître. *Mt*, manteau; *K*, branchies; *Md*, bouche avec ses palpes labiaux; *Mg*, estomac; *Dr*, intestin. *H*, cœur. *Sw*, muscle adducteur à droite duquel on voit l'anus.

L'Huître pond des œufs du 15 juin au 15 août; les embryons qui en proviennent, logés d'abord dans le manteau de la mère, s'habituent peu à peu à nager tout à son voisinage, s'entourent d'une mince coquille et vont se fixer. A ce moment, en particulier, un grand nombre de jeunes Huîtres sont détruites par les animaux marins (Homards, Étoiles de mer, Oursins, Poissons, etc.) qui mangent aussi beaucoup d'adultes.

La chair de l'Huître étant très appréciée, on élève ce Mollusque dans des *parcs* d'Huîtres. A cet effet, on recueille sur des tuiles creuses les milliers d'embryons qui rendent l'eau laiteuse autour de leurs mères; ils y acquièrent un certain volume et sont transportés alors dans les *parcs* bassins creusés par la mer qui y apporte une grande quantité de nourriture à l'époque des fortes marées.

1re et 3e années.

Au bout de 3 à 5 ans, les Huîtres ont acquis un développement convenable et sont livrées au commerce. On consomme par an, en France seulement, pour 25 à 30 millions de francs d'Huîtres.

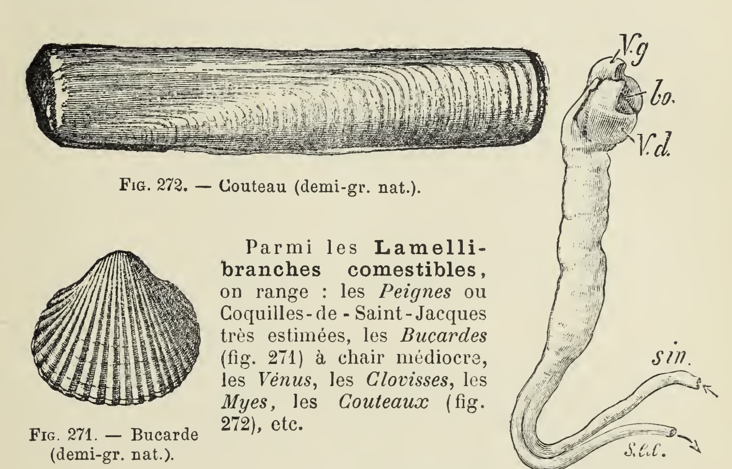


FIG. 272. — Couteau (demi-gr. nat.).

FIG. 271. — Bucarde (demi-gr. nat.).

FIG. 273. — Taret, *V.g*, *V.d*, valves de la coquille; *s.in*, *s.ex*, siphons; *bo*, bouche.

Parmi les **Lamellibranches comestibles**, on range : les *Peignes* ou Coquilles-de-Saint-Jacques très estimées, les *Bucardes* (fig. 271) à chair médiocre, les *Vénus*, les *Clovisses*, les *Myes*, les *Couteaux* (fig. 272), etc.

Certains **Lamellibranches** sont **nuisibles**, notamment le *Taret* (fig. 273), qui cause de grands ravages dans les digues, les navires en bois, les pilotis; la perforation des digues protectrices de la Hollande par ce dangereux Mollusque, au début du XVIIIe siècle, détermina une terrible inondation qui jeta la désolation dans ce pays.

§ 3. CÉPHALOPODES

Les Céphalopodes sont des Mollusques à symétrie bilatérale pourvus ou non d'une coquille : leur tête distincte porte une couronne de bras.

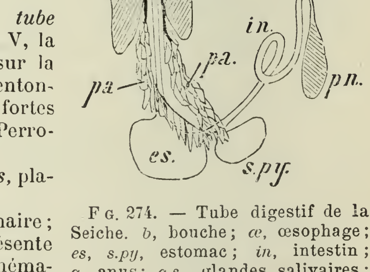
La **Seiche** (fig. 260), très commune dans la mer au voisinage de nos côtes, présente une tête distincte avec 2 gros yeux latéraux, *œ* (A), une bouche antérieure, *bo* (A'), entourée d'une couronne qui comprend 8 bras courts (1, 2, 3, 4) et 2 longs bras préhensiles, *t*. Les bras sont armées de ventouses, *v*, à l'aide desquelles ils se fixent sur une proie.

En arrière de la tête est la masse viscérale, enveloppée du manteau, *m*, qui forme un véritable sac adhérent à l'extrémité postérieure et à la paroi dorsale du corps; le bord du manteau est libre en avant et permet à l'eau d'entrer dans la cavité palléale où se trouvent 2 branchies et l'anus; l'anus débouche dans la partie large de l'entonnoir, *en* (*B*).

En écartant du corps le bord ventral de son manteau, la Seiche permet l'accès de l'eau dans la cavité palléale; si elle contracte ensuite ce même bord, elle l'applique étroitement contre la partie large de l'entonnoir et l'eau qui remplit la cavité palléale ne peut plus sortir que par le bec de l'entonnoir; l'animal, expulsant brusquement de l'eau, subit un recul.

Dans l'épaisseur du manteau, du côté dorsal, est une coquille interne calcaire, *C*, appelée vulgairement os de Seiche [on met de ces coquilles dans les cages des Oiseaux captifs qui y aiguisent leur bec].

Organes internes. — Le *tube digestif* (fig. 274) est recourbé en V, la bouche en avant et l'anus ouvert sur la paroi ventrale dans la cavité de l'entonnoir; la bouche est armée de 2 fortes lames cornées formant bec de Perroquet.



F g. 274. — Tube digestif de la Seiche. *b*, bouche; *œ*, œsophage; *es*, *s.py*, estomac; *in*, intestin; *a*, anus; *g.s*, glandes salivaires; *f*, foie; *pa*, pancréas; *p.n*, poche à encre.

La Seiche respire par 2 *branchies*, placées au fond de la cavité palléale.

L'*appareil circulatoire* est lacunaire; le cœur, voisin des branchies, présente 2 oreillettes qui reçoivent le sang hématosé et 1 ventricule qui le lance dans les diverses régions du corps.

Le *système nerveux* comprend 3 paires de ganglions soudés en une masse nerveuse unique antérieure entourant l'œsophage.

Les *organes des sens* sont bien développés, en particulier les yeux.

La Seiche fixe ses œufs aux plantes marines de telle manière que les pêcheurs appellent *raisins de mer* les groupes ainsi formés.

La Seiche est comestible.

Parmi les autres **Céphalopodes comestibles**, on peut citer · le *Calmar* dont la chair est très délicate [il possède une coquille cornée interne appelée *plume*]; le *Poulpe* ou *Pieuvre* qui abonde dans la Méditerranée où il détruit Poissons et Crustacés; l'*Élédone* pourvue de 8 bras, sans coquille comme le Poulpe.

Il existe une seule espèce de Céphalopode avec 4 branchies; c'est le *Nautile*, à coquille externe et cloisonnée, qui vit dans l'Océan Indien.

V. EMBRANCHEMENT DES RAYONNÉS

Les Rayonnes comprennent tous les animaux ayant une **symétrie radiaire**; *ils n'ont pas d'appareil respiratoire spécial.*

Division des Rayonnés en sous-embranchements. — L'Oursin (fig. 275) et le Corail (fig. 129) sont des animaux **Rayonnés** : leur corps est composé de parties semblables disposées comme des rayons autour d'un centre.

Mais l'*Oursin* possède un *tube digestif distinct* de la paroi du corps, avec une bouche et un anus (fig. 35); son corps est enveloppé d'un *test calcaire hérissé de piquants;* il appartient au groupe des **ÉCHINODERMES**.




Fig. 275. — Oursin à petits tubercules sur le test.

Le *Corail* présente l'aspect d'une petite colonne cylindrique avec une bouche terminale entourée de tentacules; la bouche donne accès dans une *cavité digestive non distincte* de la paroi du corps. Ce petit être est pénétré d'une matière calcaire rouge qui subsiste après sa mort (*corail* du commerce). On appelle *polypier* l'édifice construit par le Corail qui appartient au groupe des **POLYPES**.

RAYONNÉS	Tube digestif distinct de la paroi du corps. Test calcaire...........	**Échinodermes** [Oursin].
	Cavité digestive non distincte de la paroi du corps................	**Polypes** [Corail].

§ 1. ÉCHINODERMES

Les Échinodermes sont des Rayonnés dont le corps est protégé par un test calcaire.

Ils comprennent des animaux tous marins.

L'Oursin a une forme sphérique, plus ou moins aplatie ; son corps est enveloppé d'un test calcaire continu, composé de plaques pentagonales (fig. 276); ces plaques sont hérissées de piquants. La bouche de l'Oursin s'ouvre sur la face ventrale (*B*); elle est pourvue d'un appareil masticateur appelé lanterne d'Aristote, *l.Ar*; elle se continue par un tube digestif fort contourné (fig. 35), terminé lui-même par l'anus placé sur la face dorsale, *an* (fig. 276, *A*).

L'Oursin possède une organisation interne fort compliquée; son système nerveux (fig. 277) est conforme à la symétrie radiaire.

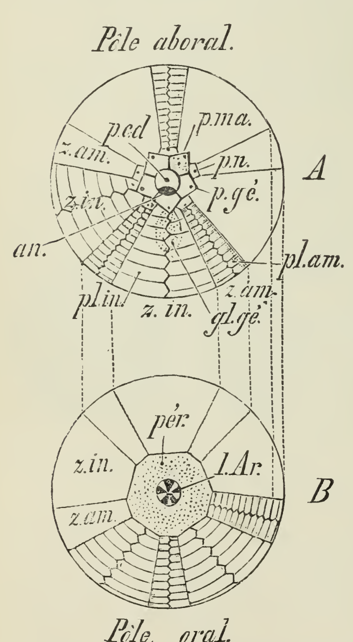


Fig. 276. — Test d'Oursin schématisé. A, pôle où se trouve l'anus. B, pôle où s'ouvre la bouche. — *p.c.d*, plaque centrodorsale ; *an*, anus ; *p.ma*, plaque madréporique ; *z.am*, zones ambulacraires; *z.in*, zones interambulacraires ; *pl.am*, *pl.in*, plaques ambulacraires et interambulacraires ; *pér*, péristome ; *l.Ar*, lanterne d'Aristote dont on ne voit que les dents saillantes.

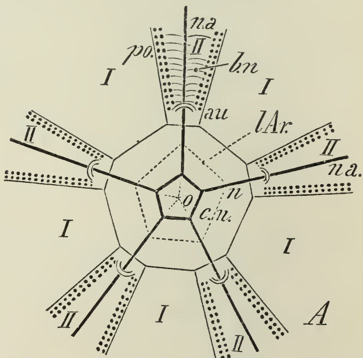


Fig. 277. — Système nerveux des Échinodermes. *c.n*, collier nerveux péri-œsophagien ; *n.a*, nerfs ambulacraires et leurs ramifications, *b.n*, dans les zones ambulacraires, II. I, zones interambulacraires.

1re et 3e années.

L'*Étoile de mer* est composée d'une partie centrale d'où rayonnent 5 bras identiques formant gouttière du côté ventral. Sur la même face ventrale est la bouche; la face dorsale hérissée de piquants porte l'anus.

La bouche donne accès dans un large estomac qui envoie 2 prolongements dans chacun des bras.

Au même groupe appartiennent les *Crinoïdes* fixés au fond de la mer par un pédoncule articulé et les *Holothuries* au corps allongé et cylindrique.

§ 2. POLYPES

Les Polypes ont une cavité digestive pourvue d'un seul orifice (bouche et anus); ils sécrètent ou non un **polypier** *calcaire ou corné.*

L'*Hydre* (fig. 278) en est le représentant le plus simple; elle vit dans les eaux douces, fixée par un pied contractile sous les lentilles d'eau ou

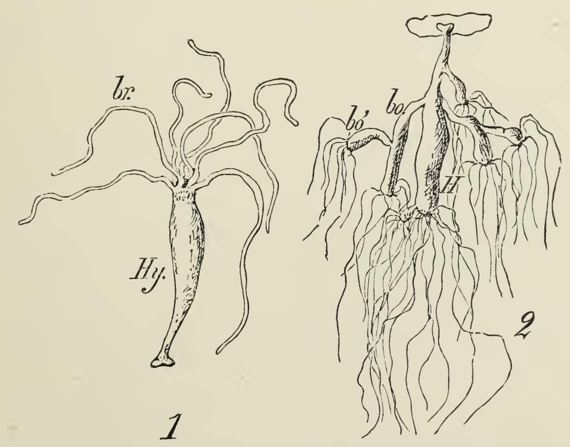


Fig. 278. — Hydre grise, *Hy* (1); abondamment nourrie, elle forme des *bourgeons* *bo*, *bo'* (2) qui se différencient en autant d'individus *semblables*, associés *temporairement*.

d'autres végétaux aquatiques. C'est une sorte de sac allongé, avec une bouche terminale entourée d'une couronne de tentacules préhenseurs,

br, qui explorent le voisinage; la bouche donne accès dans une cavité gastrique fermée par le pied de l'animal (fig. 6). Toute particule alimentaire en suspension dans l'eau est saisie par l'un des bras et apportée à la bouche.

L'Hydre peut être retournée comme un doigt de gant; sa surface extérieure devient alors la paroi de la cavité gastrique et fonctionne désormais comme telle. Abondamment nourrie, elle forme des bourgeons, *bo, bo'*, identiques à leur mère, mais qui s'en séparent le plus souvent.

L'Hydre n'a pas de squelette, elle ne forme pas de polypier.

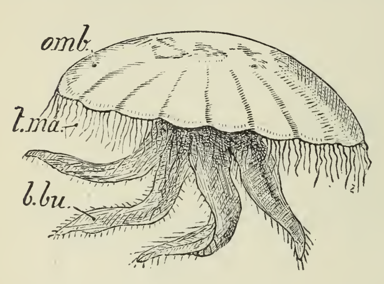


Fig. 279. — Méduse *(Aurelia aurita)* *omb.* ombrelle; *b.bu*, bras entourant la bouche; *t.ma*, tentacules.

On rencontre fréquemment en mer des êtres flottants au corps mou, transparent et sans squelette qu'on appelle *Méduses*.

Une Méduse (fig. 279) consiste en une ombrelle contractile, *omb*, dont le bord frangé est garni de nombreux tentacules courts, *t.ma*.

Au milieu de la face ventrale sont disposés 4 bras en gouttière, *b.bu*, entourant la bouche centrale; la bouche donne accès dans une cavité gastrique d'où rayonnent dans tout l'organisme de nombreux canaux gastro-vasculaires qui y portent la matière nutritive.

Le **Corail** (fig. 129) est un animal fixé atteignant au plus quelques millimètres; il a la forme cylindrique. Sa bouche, entourée de 8 tentacules finement découpés, donne accès dans une cavité gastrique qui communique par un ensemble de canaux avec les cavités digestives d'autres *polypes* identiques.

Tous ces animalcules sont associés en une colonie ; leur paroi est pénétrée d'une matière calcaire rouge qu'ils ont sécrétée et qui subsistera après leur mort (*polypier*).

Le Corail est non seulement fixé au polypier, mais il ne peut s'en détacher, il en fait partie intégrante. Les canaux gastrovasculaires qui réunissent les membres de la colonie s'entre-croisent plus ou moins irrégulièrement dans le polypier.

Le Corail bourgeonne activement comme l'Hydre; mais ses bourgeons sont de nouveaux membres de la colonie

qui contribuent par leur sécrétion à l'accroissement du polypier.

Le corail employé en bijouterie est formé par le polypier du *Corail rouge*. Il existe plusieurs variétés de corail basées sur la couleur du polypier; le corail rose est le plus estimé (côtes de Syrie); le corail rouge se pêche beaucoup sur les côtes d'Algérie et de Tunisie, à l'aide de *fauberts* qui le détachent de la surface inférieure des rochers. On trouve aussi du corail blanc et du corail noir; cette dernière variété résulte de la décomposition de la matière organique enclavée dans le polypier.

On doit ranger, à côté du Corail, nombre d'autres Polypes appelés **Madrépores** qui ont élevé et qui construisent encore d'immenses récifs autour des îles et des continents dans les mers chaudes (fig. 480 *ter*). Les îles océaniennes situées dans la zone torride sont toutes plus ou moins entourées d'une ceinture de récifs redoutables pour les navigateurs. Ces édifices calcaires sont dus à l'activité d'une multitude de Polypes qui naissent et bourgeonnent rapidement dans les eaux agitées, *à une profondeur moindre que* 37 *mètres et à une température supérieure à* 20°. Chaque genre de Madrépores construit un polypier d'aspect particulier.

Il existe enfin des Polypes sans squelette appelés *Anémones de mer*, très communs sur nos côtes (fig. 279 *bis*). On peut voir ces animaux, sortes de piliers aux multiples couleurs (rouge, rose, verte, jaune), étalant les nombreux tentacules qui entourent leur bouche, dans les flaques d'eau de mer que retiennent les excavations des rochers à marée basse; si on laisse tomber une Patelle par exemple au milieu de leurs tentacules, ceux-ci se recourbent aussitôt pour saisir la proie que la bouche largement distendue, engloutit en un instant; au bout d'un temps plus ou moins long, l'animal rejettera la coquille vide.

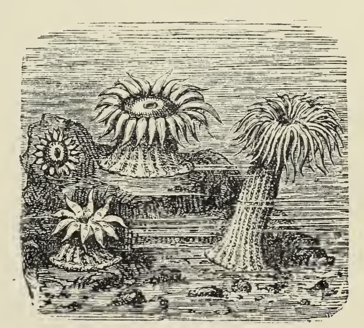


Fig. 279 *bis*. — Diverses formes d'Anémones de mer.

Quand on a présenté son doigt à une Anémone de mer qui l'a saisi par ses tentacules, on éprouve, en le retirant, l'impression qu'une foule de petits crochets y étaient appliqués.

Tous les Polypes sont armés, en effet, de *nématocystes* qui projettent à l'extérieur un *fil urticant;* la piqûre de ces fils produit, sur notre main délicate, la même sensation de brûlure qu'une piqûre d'Ortie.

1re et 3e années.

ÉPONGES

On appelle parfois **ZOOPHYTES** (animaux-plantes) les animaux qui sont fixés aux rochers comme le Corail et l'Anémone de mer; les Éponges font alors partie des Zoophytes; elles vivent dans la mer pour la plupart.

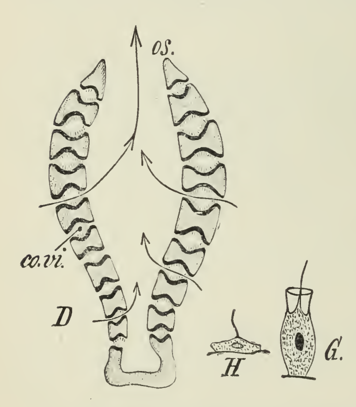


Fig. 280. — Structure d'une Éponge calcaire. — *D. os*, oscule ; *co. vi*, corbeille vibratile; *G* et *H*, cellules avec cil vibratile. — Les flèches indiquent le sens du courant d'eau alimentaire et respiratoire.

L'Éponge, considérée dans toute sa simplicité, est comparable à une urne (fig. 280) dont la paroi épaisse est percée d'une foule de canaux qui font communiquer sa cavité avec l'eau extérieure; une ouverture plus grande que les autres s'appelle oscule, *os*. Sur le trajet des canaux sont des *corbeilles vibratiles*, *co.vi*, ainsi nommées parce qu'elles sont tapissées de cellules, *G*, toutes pourvues d'un cil qui vibre constamment.

L'Éponge est traversée par un courant d'eau continuel qui entre par les canaux latéraux et sort par l'oscule; dans son trajet, l'eau apporte des particules alimentaires que saisissent les cellules des corbeilles pour s'en nourrir.

La paroi de l'Éponge est soutenue par des aiguilles calcaires, siliceuses ou cornées qui lui donnent une grande fermeté

L'*Éponge de toilette* renferme un réseau de fibres cornées; on en pêche les plus beaux échantillons sur les côtes de Syrie.

VI. EMBRANCHEMENT DES PROTOZOAIRES

Les Protozoaires sont des animaux unicellulaires.

Ce sont les plus simples et les plus petits des animaux; ils pullulent dans les eaux douces, dans les infusions et dans la mer.

On appelle **Infusoires** les Protozoaires pourvus d'une membrane; telle est la *Paramécie* (fig. 130), abondante dans les infusions de substances organiques où elle se déplace à l'aide de cils vibratiles.

Les Infusoires habitent surtout les eaux douces; un certain nombre de formes vivent dans les réservoirs digestifs des animaux, notamment dans la panse des Ruminants et le gros intestin du Cheval.

On appelle **Rhizopodes** les Protozoaires dont la couche externe du protoplasme demeure libre et peut développer des pseudopodes.

Les Rhizopodes comprennent :

1° Les **Amibes** (fig. 4), *à pseudopodes peu ramifiés,* qui habitent les eaux douces, la terre humide, les eaux salées.

L'*Amibe du côlon* (fig. 281) a été trouvé dans le gros intestin des personnes atteintes de diarrhée

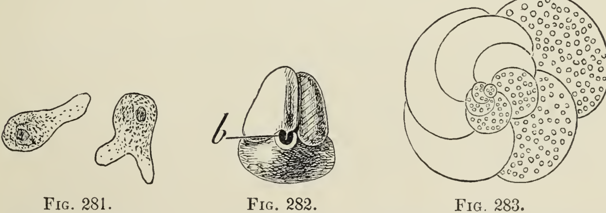


Fig. 281. Amibe du côlon.

Fig. 282. Triloculine.

Fig. 283. *Rotalia;* coquille perforée.

2° Les **Foraminifères**, *pourvus ordinairement d'un test calcaire* sécrété par le protoplasme.

Cette coquille présente une seule ouverture par laquelle sortent les pseudopodes (*Triloculine*, fig. 282), ou bien elle est perforée d'une multitude de trous par lesquels passent de minces filets protoplasmiques (*Rotalia*, fig. 283).

1re et 3e années.

Les coquilles de Foraminifères s'accumulent au fond des mers ; elles ont joué un rôle très important dans la formation des roches, et principalement de la craie qui est remplie.

3° Les **Radiolaires**, *pourvus d'une capsule centrale autour de laquelle protoplasme est creusé de nombreuses vacuoles* (fig. 284) ; *les pseudo-*

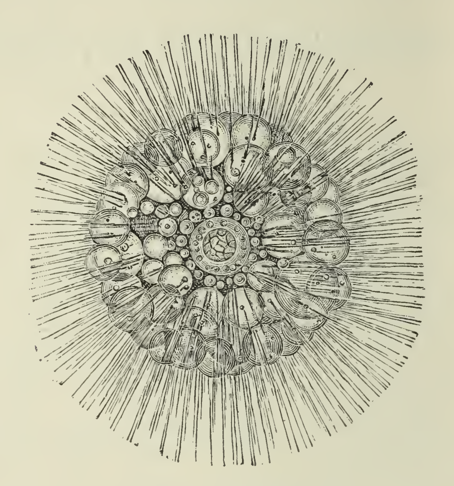


Fig 284. — Thalassicolla.

podes fins qui en rayonnent sont souvent soutenus par un squelette siliceux.

Ces êtres vivent à la surface des mers d'où leurs squelettes siliceux tombent au fond, pour constituer d'immenses dépôts sableux.

Les Protozoaires comprennent aussi divers parasites importants : l'*Hémamibe de la malaria* qui vit dans le sang de l'Homme atteint des fièvres paludéennes ;

les **Sporozoaires**, parasites de divers animaux, notamment la *pébrine* du Ver à soie.

DEUXIEME PARTIE

BOTANIQUE

Faire de la *Botanique*, c'est *étudier les plantes* ou *végétaux* dans leur forme et leur structure.

Caractères des Végétaux. — Nous avons vu (page 7) qu'*un* **Végétal** *est un* **être vivant**, *possédant une* **organisation cellulaire,** *paraissant immobile et insensible. La plupart des végétaux sont verts;* ils doivent leur couleur à la **chlorophylle** (*matière colorante verte*, abondante surtout dans les *feuilles*).

Constitution sommaire d'une plante. — Nombre de plantes, parmi celles que nous connaissons, sont issues d'une *graine*.

Soit une graine de Lupin (fig. 285, *A*); plongée dans l'eau pendant quelques heures, elle se gonfle; elle se montre alors formée d'une enveloppe extérieure, le *tégument*, qui recouvre et protège l'*amande*.

Sur le tégument, on remarque un *hile* proéminent, *h* (point d'attache de la graine à la gousse dont elle est issue); l'eau a pénétré par le hile jusqu'à l'amande.

L'amande (*B*) est une *plantule,* petite plante composée de deux feuilles spéciales [les *cotylédons, co*] étroitement appliquées l'une contre l'autre et entourant *l'axe de la plantule.*

Cet axe comprend : la *radicule, ra,* visible en dehors de l'amande ; la *tigelle, ti ;* la *gemmule, ge* [bourgeon terminal], cachée entre les deux cotylédons ; ces derniers sont soudés à la tigelle.

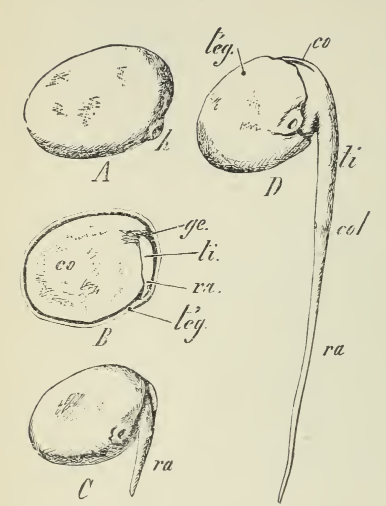


Fig. 285. — Graine de Lupin en germination. A. graine gonflée par l'eau ; *h*, hile B, le tégument, *tég*, est coupé en deux ; l'un des cotylédons enlevé laisse voir la *plantule ; ra*, radicule ; *ti*, tigelle ; *ge*, gemmule ; *co*, cotylédon. C, graine en germination ; le tégument est déchiré, la radicule apparaît. D, la jeune plante est plus développée ; le tégument va tomber ; *ra, ti*, racine et tige jeunes réunies par le collet, *col.*

Une telle graine est à l'état de **vie ralentie.**

Placée dans des conditions d'air, de chaleur et d'humidité favorables à son développement (sol humide au printemps, sable mouillé) la graine passe à la vie active, elle *germe* et donne une plante nouvelle.

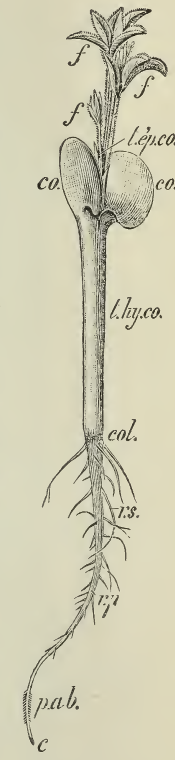


Fig. 286. — Jeune plante de Lupin, *r.p*, racine principale ; *c*, coiffe ; *p.ab*, poils absorbants ; *r.s*, racines secondaires ; *t.hy.co*, tige hypocotylée (tigelle) ; *co*, cotylédons ; *t.ép.co*, tige épicotylée portant les jeunes feuilles, *f* (gemmule)

L'amande se gonfle, distend le tégument qu'elle déchire au voisinage du hile ; la *radicule, ra* (fig. 285, *C*), *s'allonge en se dirigeant toujours vers la terre* suivant la verticale ; le développement de la tigelle et de la gemmule provoque la chute du tégument ; les cotylédons agrandis forment deux lames vertes étalées de chaque côté de la tige dont elles constituent les premières feuilles, *co* (fig. 286).

Tandis que la *racine principale, rp, dirigée vers la terre*, acquiert des *radicelles* nombreuses, *rs, la tige pousse verticalement en sens contraire et se couvre de* nouvelles *feuilles* (fig. 287).

1re, 2e et 3e années.

Ainsi *le Lupin comprend trois membres essentiels :* une **racine**, une **tige** et des **feuilles**. Plus tard apparaîtront, près du sommet de la tige, des grappes de *fleurs* d'où sortiront les *fruits*, renfermant des *graines*.

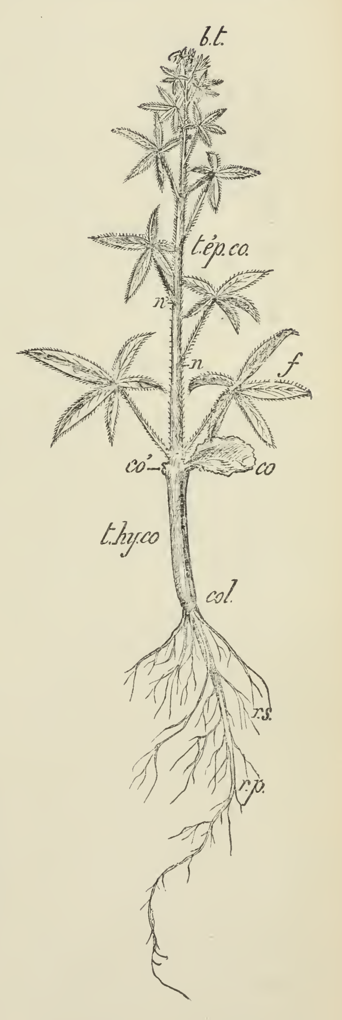


Fig. 287. — Plante de Lupin développée. — co', insertion d'un cotylédon fané et tombé ; *n*, nœud ; *b. t.* bourgeon terminal. (Pour les autres désignations, voir la légende de la figure 286.)

STRUCTURE ET FONCTIONS DES ORGANES CHEZ LES VÉGÉTAUX

Cellule végétale. — *Les plantes sont composées de cellules.*

La cellule végétale (fig. 288) comprend : du *protoplasme*, un *noyau*, *n*, une *membrane azotée*, comme la cellule animale ; elle en diffère cependant, en général, par deux formations protoplasmiques importantes :

Les *leucites*, *cl*, et une *seconde membrane* dite *cellulosique*, extérieure à la membrane azotée.

Leucites. — Les leucites sont de petits corps de formes variées, inclus dans le protoplasme où ils jouent des rôles divers ; les plus remarquables sont les *chloroleucites*, leucites rendus verts par la chlorophylle qu'ils contiennent. Ils sont très abondants dans les cellules des feuilles et remplissent une fonction essentielle que nous étudierons plus loin (page 301).

On appelle *chromoleucites* les leucites imprégnés d'un pigment rouge, jaune, bleu, etc., auxquels certains organes des Végétaux doivent leur couleur, les fleurs notamment.

Le suc cellulaire, plus ou moins abondant dans le protoplasme des cellules végétales, y est contenu dans des ***hydroleucites*, *hy*** (fig. 3).

Fig. 288. — Cellule de la feuille d'*Elodea*, montrant le noyau, *n*, le protoplasme rempli de vacuoles, avec les filaments, *fp*, et les chloroleucites, *cl*. Les flèches indiquent le mouvement du protoplasme

Membrane cellulosique. — Cette membrane subsiste seule chez les cellules mortes dont le contenu a été totalement résorbé : ainsi la moelle de sureau est formée de petits compartiments remplis d'air, limités par une paroi blanche qui est la *membrane cellulosique*.

Cette membrane est, en effet, pénétrée de *cellulose* $(C^6H^{10}O^5)^n$, hydrate de carbone colorable en bleu par l'iode et l'acide sulfurique, soluble dans le réactif de Schweitzer (liquide obtenu en versant plusieurs fois de suite une petite quantité d'ammoniaque sur de la tournure de cuivre).

La membrane cellulosique subit parfois des *épaississements* et des *modifications chimiques*.

1° *Épaississement de la membrane.* — Il est dû à ce que de nouvelles couches se déposent sur la face interne de la membrane. Quand le dépôt s'effectue sur toute la surface, quelques points ou quelques bandes sont préservés ; la membrane y demeure mince et permet les échanges de cellule à cellule (fig. 289, *E*).

Ces cellules sont dites *ponctuées* (*E*) ou *rayées* (*C*) parce que, vues par trans-

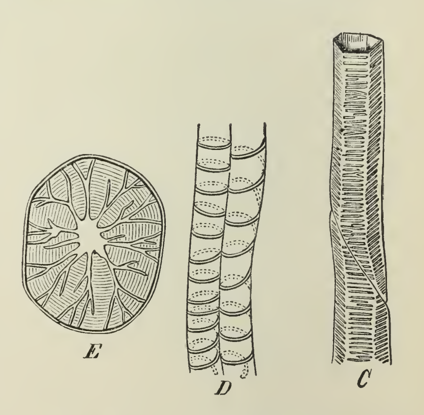


Fig. 289. — Épaississement de la membrane. *C*, vaisseau scalariforme de Fougère. *D*, vaisseaux annelé et spiralé *E*, cellule scléreuse

Tableau XI.

Constitution sommaire d'une plante à fleurs.

Une **plante à fleurs** *a pour origine une* graine.

Graine de Lupin.
- *Tégument.*
- *Plantule ....*
  - *Tigelle* portant
    - *Gemmule.*
    - *Cotylédons.* — Feuilles renfermant une réserve nutritive.
  - *Radicule.*

La plantule de la graine en *germination* se transforme en une plante.

Développement de la plantule.
- Gemmule → *Tige épicotylée* et *Feuilles* [plus tard, fleurs, fruits et graines.]
- Cotylédons → Cotylédons fanés.
- Tige proprement dite → *Tige* hypocotylée.
- Radicule : → *Racine*

La plante développée possède 3 membres essentiels : *Racine, Tige, Feuille.*

De la Cellule végétale

La cellule végétale renferme des *leucites*. Elle est enveloppée d'une *double membrane :* la membrane externe est *cellulosique*.

Leucites.
- *Chromoleucites*
  - colorés par divers pigments.
  - *Chloroleucites* renfermant de la *chlorophylle.*
- *Hydroleucites* renfermant du suc cellulaire.

Membrane externe.
- Sa composition : Cellulose $(C^6H^{10}O^5)^n$ principalement
- Ses modifications
  - par épaississement.
    - Cellules annelées, spiralées, ponctuées, rayées.
  - chimiques.
    - *Cutinisation* et *subérification* (liège)
    - *Lignification*
      - Vaisseaux du bois.
      - Fibres (squelette des végétaux).

Des Tissus végétaux

Un tissu résulte du groupement particulier des éléments : cellules, fibres et vaisseaux.

Tissus
- de protection
  - *Épiderme* avec *stomates* et *poils* [Tissu superficiel].
  - *Liège* ou *assise subéreuse.*
  - *Endoderme* [Couche interne de l'écorce].
- de soutien. — *Sclérenchyme* formé de cellules et de *fibres* mortes.
- conducteurs
  - *Tissu vasculaire*, formé de *vaisseaux* [Circulation de la *sève brute*].
  - *Tissu criblé*, formé de *tubes criblés* — *sève élaborée*].
- conjonctif. — *Parenchyme* qui relie entre eux les divers tissus.

---

parence au microscope, elles se laissent plus facilement traverser par la lumière suivant ces points ou ces bandes.

Le dépôt s'effectue parfois suivant des spirales ou des anneaux, la cellule est dite alors *spiralée* ou *annelée (D)*.

2° *Modifications chimiques de la membrane.* — La paroi des cellules qui occupent la surface des organes végétaux (épiderme) ou qui en sont voisines, s'épaissit et s'incruste en même temps de *cutine* ou *subérine*. La surface des feuilles de Houx, de Buis, de Lierre est *cutinisée* (fig. 290); l'écorce des arbres est *subérifiée* et forme du *liège*.

Toute membrane cutinisée ou subérifiée joue donc un rôle protecteur pour la plante qui en est recouverte.



Fig. 290. — Coupe transversale d'une feuille de Houx; *ép.v*, épiderme de la face ventrale; *ép.d*, épiderme dorsal fortement cutinisé avec un stomate, *st*; *p.pa*, parenchyme en palissade; *p.la*, parenchyme lacuneux avec lacunes, *l*; *f.b*, *f.l*, faisceau libéroligneux [vaisseaux du bois du côté ventral, tubes criblés du liber du côté dorsal]; *scl*, fibres scléreuses.

Les cellules ponctuées, rayées, annelées, spiralées, signalées plus haut, ont leur membrane pénétrée de *lignine*; on dit qu'elles sont *lignifiées* ou *sclérifiées*.

Cette lignification s'observe surtout chez les **fibres** *de soutien, scl* (fig. 290) *et chez les* **vaisseaux** *conducteurs de la sève, f.b* : éléments auxquels la lignine donne une grande solidité.

Fibres et Vaisseaux. — Une **fibre** est une cellule très allongée (fig. 291), dont la paroi s'est fortement lignifiée; le protoplasme en a été résorbé peu à peu : la fibre est un *élément mort*.

Les **fibres** *forment le véritable* **squelette des Végétaux**; elles sont très développées dans les arbres et chez la plupart des tiges grêles très élancées [Lin, Chanvre, Jute, Ramie (fig. 292)].

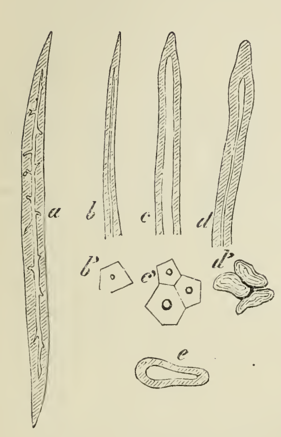


Fig. 291 — Fibres scléreuses : *a*, forme générale ; *b*, Lin ; *c*, Jute; *d*, Chanvre ; *b'*, *c'*. *d'*, sections des mêmes fibres ; *e*, section d'une fibre de Ramie

La longueur maximum des fibres atteint 4mm (Jute), 55mm (Chanvre), 66mm (Lin), 200mm (Ramie). En raison de leur longueur et de leur solidité, les fibres de ces plantes sont utilisées par l'industrie textile. A cet effet, on soumet au *rouissage* les tiges de Lin, de Chanvre, etc., en les abandonnant dans l'eau à l'action du *Bacille amylobacter;* ce microbe vit aux dépens des cellules à paroi mince et ne peut attaquer les fibres sclérifiées ; les fibres, en partie isolées par le microbe, seront séparées complètement par l'opération du peignage, dans les ateliers.

Un **vaisseau** résulte d'une file de cellules très allongées à paroi latérale lignifiée, qui perdent de bonne heure leur protoplasme : le vaisseau est un *élément mort* comme la fibre.

Tantôt les cellules alignées en file ont leurs cavités indépendantes les unes des autres, et le *vaisseau est* dit *fermé* ou *imparfait* (vaisseaux annelés, spiralés); tantôt les cavités des cellules se confondent en un tube continu, par la disparition des portions de paroi communes (fig. 293, *B*) et le *vaisseau est ouvert* ou *parfait* (vaisseaux ponctués).

Fig. 292. — Section transversale d'une portion de tige de Ramie, *ép*, épiderme ; *as*, assise subéreuse ; *pa*, parenchyme cortical ; *f.scl*, fibres scléreuses ; *li*, liber ; *mé*, méristème (cambium) ; *b*, bois.

Les **vaisseaux** *servent à la* **circulation de la sève** qui monte de la racine jusqu'aux feuilles ; la circulation est la plus rapide dans les vaisseaux parfaits qui ont aussi une section plus large.

Tubes criblés. — On appelle ainsi une *cellule vivante* très allongée, ordinairement terminée par deux faces percées de trous appelées *cribles*, à paroi latérale mince (fig. 293, *C*, *C'*).

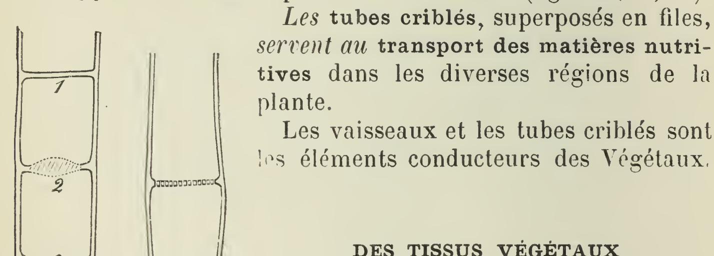


Fig. 293. — Gélification et liquéfaction de la membrane. — B ; 1, membrane séparatrice de 2 cellules, gélifiée en 2, résorbée en 3 (vaisseau) ; B', lumière du vaisseau ainsi engendré. — C, gélification et résorption partielle (tube criblé, C', dont le crible est vu en projection)

Les **tubes criblés**, superposés en files, *servent au* **transport des matières nutritives** dans les diverses régions de la plante.

Les vaisseaux et les tubes criblés sont les éléments conducteurs des Végétaux.

DES TISSUS VÉGÉTAUX

Un **tissu végétal** résulte du groupement des éléments (cellules, fibres, vaisseaux) dont nous venons de parler.

Soit une section transversale d'une tige jeune examinée au microscope (fig. 294) ; elle présente trois régions [*épiderme, ep*, *écorce*, *Ec ; cylindre central, Cy.c*] comprenant quatre sortes de tissus : *tissus de protection*, *tissu de soutien*, *tissus conducteurs* et *tissu conjonctif*.

1° Les **tissus de protection** sont : l'*épiderme, ep*, formé d'une couche de cellules cutinisées ; le *liège* ou *assise subéreuse*, *a.su*, situé au-dessous de l'épiderme ; l'*endoderme*, *en*, limitant l'écorce en dedans. [Les cellules prismatiques de l'endoderme présentent, sur leurs faces latérales, des plissements qui engrènent les uns dans les autres, comme les dents de 2 roues d'engrenage.]

2° Le **tissu de soutien** est formé de *fibres scléreuses*, *f.scl*, ordinairement groupées dans le cylindre central et dans l'écorce (fig. 292 et 294).

3° Les **tissus conducteurs** sont : le *tissu vasculaire*, formé de vaisseaux, *v* ; le *tissu criblé*, formé de tubes criblés, *t.c*.

4° Le **tissu conjonctif** ou **parenchyme** est composé de cellules à paroi mince, reliant entre eux les divers autres tissus ; il forme la plus grande partie de l'écorce (parenchyme cortical, *pa*), la moelle, *m*, dans le cylindre central, etc.

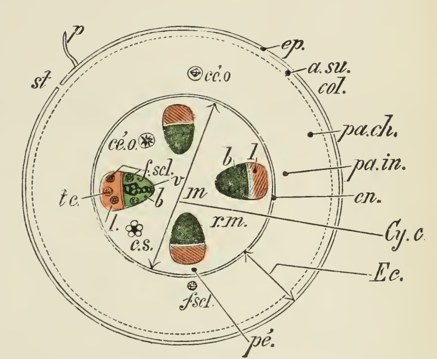


Fig. 294. — Coupe schématique d'une tige ; *ép*, épiderme ; *p*, poil ; *st*, stomate. — *Ec*, écorce : *a.su*, assise subéreuse ; *pa.ch*, parenchyme chlorophyllien ; *pa.in*. parenchyme de réserve ; *f.scl*, fibres scléreuses ; *en*, endoderme. — *Cy.c*, cylindre central : *bl*, faisceau libéroligneux ; *v*, vaisseaux : *t,c*, tubes criblés ; *m*, moelle ; *r,m*, rayons médullaires ; *pé*, péricycle

Ces divers tissus proviennent de la différenciation de cellules jeunes *toutes identiques*, qui composent le *méristème* ou *point végétatif* situé au sommet d'une tige ou vers l'extrémité d'une racine, par exemple (fig. 1).

Parmi les associations de tissus, il convient de signaler les *faisceaux du bois* et les *faisceaux du liber*.

Un *faisceau du bois* ou *faisceau ligneux*, *b* (fig. 294), renferme : des vaisseaux conducteurs, *v*, des fibres de soutien, *f.scl*, et des cellules conjonctives.

Un *faisceau du liber* ou *faisceau libérien*, *l*, contient : des tubes criblés, des fibres de soutien et des cellules conjonctives.

FONCTIONS DE NUTRITION

RAPPORTS GÉNÉRAUX ENTRE LES MEMBRES ESSENTIELS DE LA PLANTE

Les membres essentiels de la plante (*racine, tige* et *feuilles*) sont groupés, en général, de telle sorte que *la racine et la tige en forment l'***axe**, les feuilles sont des expansions latérales de la tige (fig. 295).

L'axe d'un Végétal comprend :

1° La **racine principale**, *ra.p*, partie souterraine d'ordinaire, qui s'allonge suivant la direction de la pesanteur ;

2° La **tige principale**, *ti*, partie aérienne s'accroissant en sens inverse.

La racine principale et la tige, accolées par leur base appelée *collet*, *col*, ont la forme de cônes très allongés dont les sommets sont occupés par un *bourgeon terminal, b.t* (tige), et par la *coiffe*, *c* (racine).

Cet axe se ramifie latéralement :

La racine principale émet des *radicelles, ra.s*.

La tige porte latéralement des *bourgeons axillaires, b.ax*, dont le nom rappelle leur insertion à l'aisselle des feuilles, *f*. De même que le bourgeon terminal, ces bourgeons axillaires (tiges feuillées en miniature) se développent et produisent des *rameaux* ou *branches, r*.

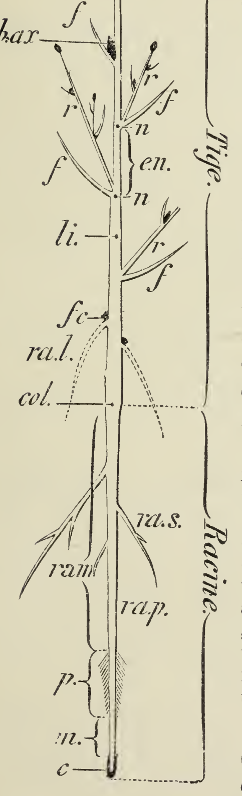
Ainsi la plante, primitivement réduite à son axe portant quelques feuilles, se complique à mesure que les ramifications en deviennent plus nombreuses

L'ensemble de la racine principale et de ses divisions forme un *système radiculaire;* la tige et ses branches constituent le *système tigellaire*. Les feuilles sont uniquement portées par ce dernier système.

I. RACINE

La racine n'existe que chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires.

§ I. MORPHOLOGIE DE LA RACINE



Direction de la Racine. — La racine est la partie de la plante qui s'enfonce dans le sol ou dans tout milieu capable d'assurer son développement.

La jeune racine, encore nourrie par la réserve contenue dans l'albumen de la graine, peut se développer librement dans l'air humide; *elle adopte toujours la direction verticale de haut en bas*, alors même qu'elle aura été préalablement au contact d'un sol riche en matières nutritives.

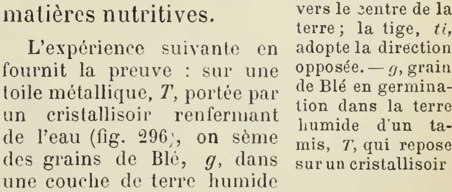
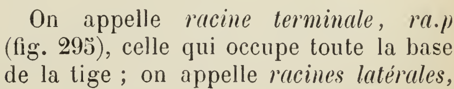


Fig. 296. — La racine *ra*, se dirige vers le centre de la terre; la tige, *ti*, adopte la direction opposée. — *g*, grain de Blé en germination dans la terre humide d'un tamis, *T*, qui repose sur un cristallisoir

L'expérience suivante en fournit la preuve : sur une toile métallique, *T*, portée par un cristallisoir renfermant de l'eau (fig. 296), on sème des grains de Blé, *g*, dans une couche de terre humide ayant 0m,10 centimètres d'épaisseur; les graines germent; au bout de plusieurs jours on voit sortir du sol, à travers les mailles de la toile : 1° des racines, *ra*, qui s'allongent de haut en bas; 2° des tiges feuillées, *ti*, se développant en sens inverse.



On appelle *racine terminale, ra.p* (fig. 295), celle qui occupe toute la base de la tige ; on appelle *racines latérales,*

Fig. 295. — Parties essentielles de la plante. — *Racine : ra.p*, racine principale avec coiffe, *c*; région d'accroissement, *m* ; zone des poils absorbants, *p*, et région de ramification, *ram; col*, collet; *ra. s*, racines secondaires ou radicelles. — *Tige : ti*, tige principale avec un bourgeon terminal, *b.t*, et des bourgeons axillaires, *b.ax*, insérés à l'aisselle des *feuilles, f; n*, nœuds (insertion des feuilles) ; *en*, entre-nœud ; *r*, rameaux avec feuilles et bourgeons, provenant du développement des bourgeons axillaires de la tige ; *ra.l*, racines latérales

ra.l, celles qui sont insérées sur les côtés de la tige. Ces dernières sont *régulières*, quand leur position est réglée par celle d'une feuille; on les appelle *adventives*, quand elles naissent en un point quelconque de la tige.

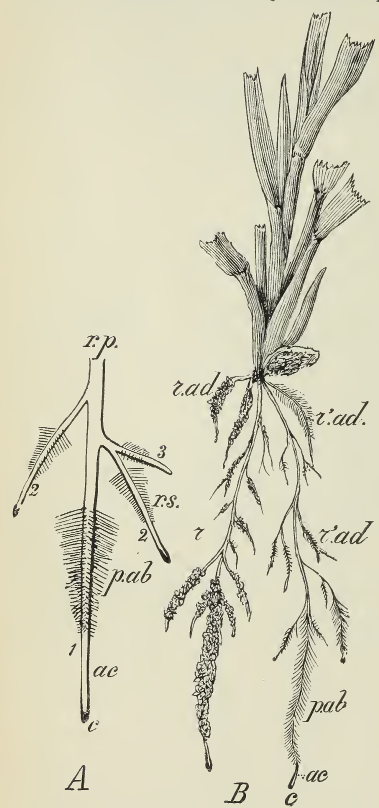


Fig. 297. — Base d'une jeune Graminée. — *B*; *r*, racines; *r.ad*, radicelles dont les poils absorbants retiennent des particules terreuses ; *r'.ad*, racines adventives avec les poils absorbants tels qu'ils se seraient développés dans l'air humide. *A*, système radiculaire schématisé ; *r.p*. racine principale ; *r.s*, racines secondaires. — *c*, coiffe ; *ac*, région d'accroissement ; *p.ab*, poils absorbants.

La tige du Lierre, grimpant le long d'un tronc d'arbre ou d'un mur, se couvre de racines adventives transformées en crampons qui soutiennent la plante.

On peut provoquer la formation des racines adventives : le *buttage* des jeunes tiges issues des tubercules de Pomme de terre au printemps, le *roulage* des Céréales, ont pour but d'assurer le contact des jeunes tiges avec le sol en de nombreux points; des racines adventives y apparaissent, *r.ad*, *r'.ad* (fig. 297), qui assurent une abondante nutrition aux plantes nouvelles.

Le *marcottage* et le *bouturage* reposent sur le même fait [voir page 311].

Constitution externe de la racine. — Une racine présente, du sommet à la base, 4 régions distinctes : la *coiffe*, la *région d'accroissement*, la *zone des poils absorbants* et la *région de ramification* (fig. 297).

Ces régions sont faciles à observer chez une jeune plante provenant d'une graine qui a germé dans l'air humide [page 263].

1° *Coiffe*. — C'est une sorte de capuchon, *c*, qui protège le sommet de la racine et la région d'accroissement, *ac*, qui la surmonte. Elle préserve l'extrémité délicate de la racine contre les frottements qu'elle

TABLEAU XII.

Constitution générale de la plante jeune.

Axe formé
- d'une *tige* principale.
  - Bourgeon terminal (sommet).
  - Nœuds : *Feuilles*, bourgeons axillaires (rameaux).
  - Entre-nœuds.
- Collet.
- d'une *racine* principale.
  - Pivot et radicelles
  - Coiffe (sommet)

De la Racine.

La **Racine** existe chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires

Morphologie.
- *Direction* de croissance vers le centre de la terre.
- *Insertion.*
  - *Racine principale :* qui occupe toute la base de la tige.
  - *Racines latérales :* insérées sur les côtés de la tige.
- *Constitution externe.*
  - *Région de ramification :* Radicelles.
  - *Poils absorbants.*
  - *Région d'accroissement subterminale* (1 centimètre environ).
  - *Coiffe* terminale.
- *Classification.* Système radiculaire
  - pivotant
    - ordinaire : Fève, Haricot.
    - exagéré : Radis, Carotte. ← *Racines tuberculeuses.*
  - fasciculé
    - ordinaire : Blé, Seigle.
    - exagéré : Dahlia ← *Racines tuberculeuses.*

Structure.
- *Structure primaire* (région des poils absorbants).
  - *Assise pilifère :* poils absorbants.
  - *Écorce*
    - *Assise subéreuse :* épaississement et subérification de la membrane des cellules qui la constituent.
    - *Parenchyme cortical* de réserve.
    - *Endoderme :* assise amylifère, souvent *plissée* latéral[t].
  - *Cylindre central.*
    - Parenchyme conjonctif.
      - *Péricycle.*
      - *Rayons médullaires.*
      - *Moelle.*
    - *Faisceaux libériens* et *faisceaux ligneux alternes.*
- *Région d'accroissement subterminale :* groupe de *cellules initiales.*
  - → *Méristème* à croissance
    - subterminale. formation de nouvelles cellules.
    - intercalaire : accroissement des cellules jeunes.

Fonctions.
- I. Organe de *fixation* de la plante au sol.
- II. Organe d'*absorption*
  - *des gaz :* la racine respire (O absorbé, CO^2 dégagé)
  - des *liquides :* Rôle des poils absorbants (Osmose). *La consommation règle l'absorption.*
  - des *solides :* Sécrétion acide à l'extrémité des racines, qui les rend capables d'attaquer les carbonates, les phosphates, les matières organiques, etc.
- III. Organe
  - de *transport* de la sève *brute* (ascendante) vers la tige, par les vaisseaux du bois.
  - de *distribution* de la sève *élaborée* par les tubes criblés du liber.
- Parfois organe de *réserve nutritive.* (Radis, Carotte, Betterave, etc.)

Caractères de la Racine. — *Coiffe* épidermique ; jamais de feuilles. *Symétrie axiale franche.* — Épiderme seulement au sommet, écorce et cylindre central (avec *faisceaux ligneux* et *faisceaux libériens alternes*). — *Accroissement subterminal.*

éprouve en s'allongeant dans le sol, ou contre les morsures des petits animaux aquatiques [pour les racines poussant dans l'eau].

2° *Région d'accroissement.* — La racine s'accroît seulement par la région subterminale, *ac,* qui atteint environ 1 centimètre de longueur.

On prouve ce fait de la manière suivante :

La racine d'une graine de Lupin soumise à la germination, ayant atteint environ 1 centimètre de longueur, fut divisée, par des traits au vernis noir, en 8 parties égales à 1^{mm} (fig 297 *bis, A*); au bout de trois jours (*B*), les divisions s'étaient allongées bien différemment : la 1re division atteignait 23^{mm}, tandis que la 8e avait à peine changé; dix jours plus tard, la partie graduée de la plante était longue de 84^{mm} dont la 1re division représentait à elle seule 63^{mm}, tandis que la 8e division n'avait que 1^{mm},3.

La racine subit ainsi deux sortes de croissances : 1° la *croissance terminale* qui se produit près du sommet et détermine l'allongement principal de la racine, 2° la *croissance intercalaire* par laquelle les segments voisins du sommet, une fois formés, atteignent en quelques jours leur longueur maximum, puis cessent de grandir.

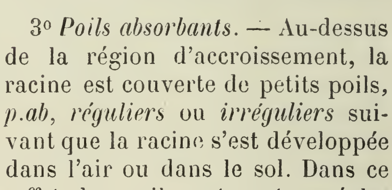


Fig. 297 *bis.* — Croissance en longueur de la racine de Lupin. A, début de l'expérience; B, racine après 3 jours.

3° *Poils absorbants.* — Au-dessus de la région d'accroissement, la racine est couverte de petits poils, *p.ab*, *réguliers* ou *irréguliers* suivant que la racine s'est développée dans l'air ou dans le sol. Dans ce dernier cas, en effet, les poils ont contourné les particules pierreuses auxquelles ils se sont attachés (fig. 297, *B*, à gauche).

Les poils absorbants, petits au voisinage du sommet, sont de plus en plus grands à mesure qu'on se rapproche de la région de ramification; puis ils cessent brusquement.

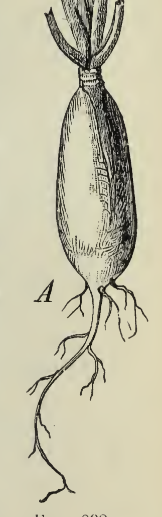


Fig. 298. — Radis (système pivotant exagéré).

A mesure que la racine s'allonge, la gaine de poils qui l'entoure se renouvelle constamment près de la région de croissance et se détruit de même du côté opposé; mais elle se maintient à la même distance du sommet.

4° *Région de ramification.* — Elle comprend toute la partie de la racine qui s'étend des poils absorbants jusqu'à la base.

Sa couleur, jaune ou brunâtre, est due à la couche de liège qui la revêt après la chute des poils ; des ramifications appelées *radicelles*, *r.s*, sont disposées en rangées longitudinales sur la racine principale, *r.p.* Le tout forme le *système radiculaire* de la plante considérée.



Fig. 299. — Blé (système fasciculé ordinaire).

Diverses sortes de systèmes radiculaires. — *Système pivotant. Système fasciculé :*

1° Quand le système radiculaire comprend une *racine principale* ou *pivot*, portant des ramifications de moins en moins importantes à mesure que leur ordre d'apparition est plus élevé, on dit que la plante possède un **système radiculaire pivotant.**

Le système pivotant est *ordinaire* dans la Fève, le Haricot, le Lupin (fig. 287); mais si le pivot se développe énormément par l'accumulation de matières nutritives de réserve, comme dans le Radis (fig. 298), la Carotte, la Betterave, etc., le système pivotant est à pivot *exagéré.*

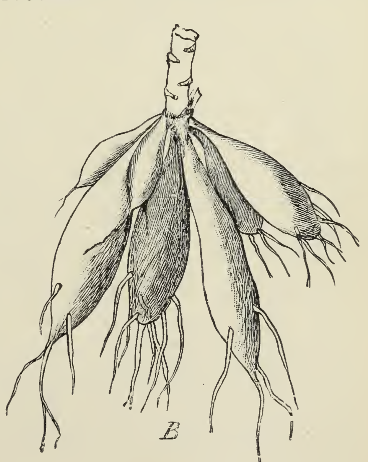


Fig. 300. — Dahlia (système fasciculé exagéré).

2° Quand le pivot se développe peu, les racines latérales et les radicelles deviennent très importantes ; alors le **système radiculaire** *est dit* **fasciculé**, parce qu'il est formé

d'un faisceau de racines latérales, avec leurs ramifications constituant le *chevelu*.

Le système fasciculé est *ordinaire* dans le Blé, l'Orge et la plupart des Graminées (fig. 299); il est *exagéré* dans le Dahlia (fig. 300) où les racines adventives deviennent un lieu d'accumulation de réserves nutritives.

Toute racine à développement exagéré est encore appelée *racine tuberculeuse*. Les principales racines tuberculeuses sont : la Betterave, la Carotte, le Navet, le Rutabaga, etc.

§ 2. STRUCTURE DE LA RACINE

Pour connaître la structure d'une région quelconque d'un Végétal, on en détache, à l'aide d'un rasoir, des tranches minces que l'on examine au microscope.

La *structure primaire* de la racine est la disposition des éléments qui composent une jeune racine.

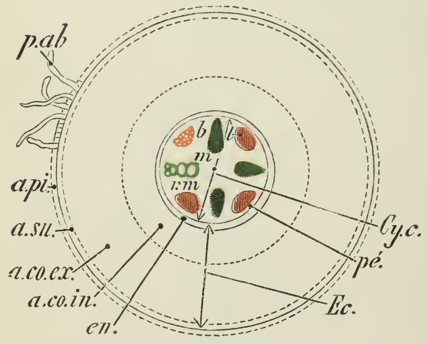


Fig 301 — Coupe transversale d'une racine au niveau des poils absorbants (structure primaire), *a.pi*, assise pilifère ; *p.ab*, poils absorbants. — Écorce, *Ec* : *a.su*, assise subéreuse ; *a.co.ex*, *a.co,in*, assises corticales externe et interne ; *en*, endoderme. — Cylindre central, *Cy.c* : *m*, moelle ; *r.m*, rayons médullaires ; *pé*, péricycle ; *b*, bois ; *v*, *v'*, vaisseaux. *l*, liber. (Figure théorique.)

A mesure qu'elle avance en âge, la racine acquiert de nouveaux éléments et présente une structure nouvelle dite *structure secondaire*, que nous n'étudierons pas ici.

Structure primaire de la racine. — Soit une coupe trans versale d'une jeune racine de Haricot, pratiquée au niveau de la région des poils absorbants.

On y remarque de l'extérieur à l'intérieur :

1° Une *assise pilifère*, *a.pi* (fig. 301);

2° Un nombre plus ou moins considérable de couches de cellules formant l'*écorce*, *Ec*, limitée à l'intérieur par l'*endoderme*, *en*, à cellules plissées latéralement (page 260);

3° Le *cylindre central*, *Cy.c*, qui comprend l'ensemble des formations enveloppées par l'endoderme.

1° **Assise pilifère.** — C'est une couche unique de cellules dont quelques-unes, s'allongeant perpendiculairement à la surface de la racine (fig. 302), forment autant de poils absorbants, *p.ab*.

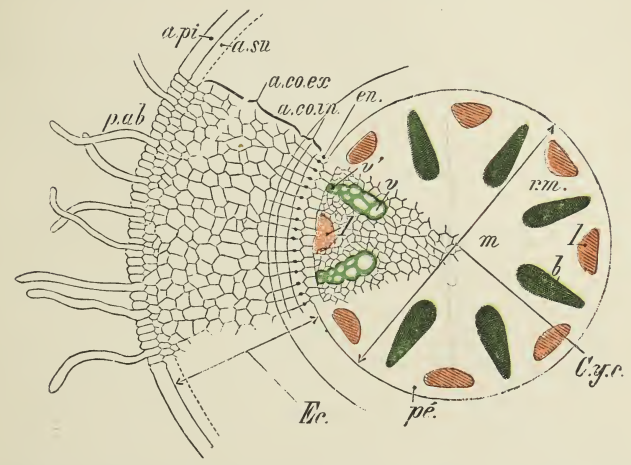


Fig. 302 — Section transversale de la racine de Courge (structure primaire schématisée à droite). Même légende que pour la figure 301

2° **Écorce.** — L'écorce se compose : 1° d'une *assise subéreuse* externe, *a.su*; 2° d'un *parenchyme cortical* comprenant des cellules irrégulières du côté externe, *a.co.ex*, et des cellules disposées en séries radiales du côté interne, *a.co.in*; ces dernières sont limitées en dedans par l'*endoderme*, *en*, qui forme la couche interne de l'écorce.

L'assise subéreuse et l'endoderme sont ici des couches protectrices; dans le parenchyme cortical s'accumule une partie des réserves de la plante.

3° **Cylindre central.** — Le cylindre central de la racine est formé d'un *parenchyme conjonctif* enveloppant des *faisceaux* de deux sortes : les *faisceaux ligneux* ou faisceaux du bois, *b*, alternant avec les *faisceaux libériens* ou faisceaux du liber, *l*.

Parenchyme conjonctif. — L'assise du parenchyme située en dehors des faisceaux s'appelle *péricycle*, *pé*; le cylindre de tissu

conjonctif contenu en dedans des mêmes faisceaux est la *moelle*, *m;* le péricycle et la moelle sont unis par les *rayons médullaires* disposés en files radiales, *r.m*, qui séparent les faisceaux.

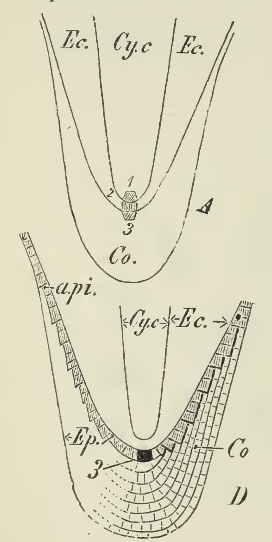


Fig. 303. — Coupe longitudinale schématisée au sommet d'une racine de Dicotylédone. 1, 2, 3, cellules initiales : du cylindre central, *Cy.c*; de l'écorce, *Ec*; de la coiffe, *Co*. — En *D*, on voit la coiffe représentant l'épiderme protecteur, *Ep*, issu tout entier de l'initiale 3.

Le parenchyme est composé de cellules incolores, jouant à la fois le rôle de tissu conjonctif et de tissu de réserve.

Faisceaux ligneux (*b*). — Ce sont des cordons longitudinaux formés de vaisseaux, *v*, entremêlés de cellules conjonctives : les vaisseaux situés du côté externe, *v'*, sont étroits et *imparfaits;* les vaisseaux situés du côté interne, *v*, sont larges et *parfaits* (page 259).

Faisceaux libériens (*l*). — Ces derniers sont composés de *tubes criblés*, unis par des cellules conjonctives (page 260).

Le nombre des faisceaux est variable avec les espèces végétales considérées.

Les faisceaux ligneux et libériens sont plus spécialement *affectés à la circulation de la sève* dans le végétal.

Structure de la région d'accroissement de la racine — Quand on détache du sommet de la racine une section longitudinale passant par son axe (fig. 303), on y distingue trois régions : la coiffe, *Co;* l'écorce, *Ec;* le cylindre central, *Cy.c*.

Ces 3 régions ont pour origine un groupe de cellules (3, 2, 1) appelées *cellules initiales;* ces cellules se multiplient, déterminent l'allongement *subterminal* de la racine en formant un *méristème* qui se différencie un peu plus haut, non loin de la région des poils absorbants. La coiffe s'use en dehors, par les frottements contre le sol, et se renouvelle constamment en dedans.

§ 3. FONCTIONS DE LA RACINE

1° La racine *fixe* la plante au sol;

2° Elle *absorbe* dans le sol une partie des matières nutritives nécessaires à l'entretien du végétal;

3° Elle *conduit* vers la tige les matières absorbées à l'état de dissolution dans l'eau;

4º La racine contient parfois en *réserve,* dans son parenchyme, des substances nutritives tôt ou tard utilisées par la plante (racines tuberculeuses).

1º **La racine fixe et supporte la plante.** — Une plante est d'autant mieux fixée au sol que son système radiculaire y pénètre plus profondément; les plantes à système pivotant (Chêne) résistent mieux au vent que les plantes à système fasciculé (Peuplier) : un plant de Luzerne ou de Haricot est plus difficilement arraché qu'un pied de Blé. La terre enveloppée par le *chevelu de la racine* forme un tout compact.

2º **La racine est un organe d'absorption.** — Elle *respire,* c'est-à-dire qu'elle absorbe de l'oxygène dans le sol et y rejette du gaz carbonique.

Elle puise les *liquides nutritifs* dont la terre est imbibée.

Elle attaque et dissout certaines *matières solides* dont elle se nourrit.

(a). **Respiration de la racine.** — *La racine absorbe l'oxygène de l'air contenu dans le sol et y dégage du gaz carbonique.*

Expérience. — Une racine est introduite dans une éprouvette contenant de l'air et reposant sur le mercure (fig 304) ; au bout de quelques heures, on fait l'analyse du gaz de l'éprouvette : on reconnaît que l'oxygène a disparu, tandis que l'air s'est enrichi en gaz carbonique.

La présence du gaz carbonique est facile à montrer en introduisant, avec une pipette, quelques gouttes d'eau de chaux sous l'éprouvette; le liquide se trouble par suite de la formation de carbonate de calcium.

Fig. 304. — Respiration d'un fragment de racine dans l'air confiné d'une éprouvette reposant sur le mercure.

Applications. — Il faut préalablement ameublir, par des labours suffisants, le sol dans lequel on va faire des plantations d'arbres ou des semis de graines, pour que l'air y puisse pénétrer facilement. — Le drainage des terres compactes facilite l'écoulement de l'eau en excès, favorise la circulation de l'air et la respiration des racines.

(b). **Absorption des liquides par la racine.** — La racine est l'organe principal d'absorption des liquides : aussi a-t-on soin d'arroser le sol au pied des plantes pendant la sécheresse.

Les poils absorbants jouent le rôle le plus actif dans ce phénomène.

Expérience. — Dans 4 éprouvettes [1, 2, 3, 4, fig. 305], on dispose de jeunes plantes identiques, de telle sorte que leurs racines plongent dans l'eau : la 1re, par la coiffe seule; la 2e, par la coiffe et la région d'accroissement; la 3e, jusqu'aux poils absorbants inclusivement; la 4e, en totalité. (Sur l'eau est une couche d'huile qui s'oppose à l'absorption de la vapeur d'eau atmosphérique par les poils.)

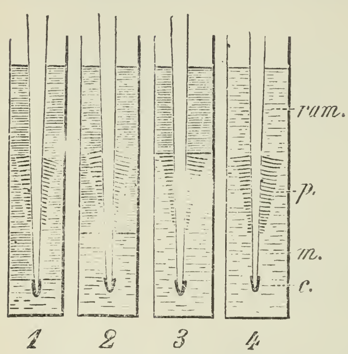


Fig. 305. — Rôle des poils absorbants de la racine. La racine 1 plonge dans l'eau par sa coiffe seulement; la racine 2, par sa coiffe et sa région d'accroissement ; la racine 3 plonge dans l'eau jusqu'aux poils absorbants compris; la racine 4 y plonge totalement. Les plantes 1 et 2 meurent ; 3 et 4 prospèrent

Les plantes 1 et 2 meurent; la 3e est presque aussi vigoureuse que la 4e.

Chez les racines qui n'ont jamais de poils absorbants, l'absorption a lieu par la même région située au-dessus de la zone d'accroissement.

Mode d'absorption des liquides. — L'absorption des liquides du sol, par les cellules pilifères ou non, est un phénomène d'osmose (page 30).

Le protoplasme du poil, *a* (fig. 306), se porte près de l'extrémité de la cellule d'où il absorbe activement la dissolution imbibant le sol. Le suc cellulaire de *a* est plus riche en eau que celui de la cellule *b*; les échanges osmotiques de *a* vers *b* sont supérieurs à ceux de *b* vers *a*, et ainsi de suite, de cellule en cellule, jusqu'aux vaisseaux, *v*, de la région centrale de la racine. Comme l'équilibre osmotique est à chaque instant détruit entre les diverses cellules de *a* à *v*, la racine est parcourue par un véritable courant de matières nutritives, de l'extérieur vers l'intérieur.

Les divers sels contenus dans le sol sont inégalement absorbés par la racine; les phosphates, les azotates, les sels de potassium le sont beaucoup.

Fig. 306. — Rôle du poil absorbant. Les flèches indiquent le cours de la sève brute depuis le poil jusqu'au vaisseau, *v*.

(c). — Dissolution de matières solides par la racine. — Boussingault, ayant fait germer des Haricots sur une table de marbre recouverte de sable, vit que les racines avaient tracé

leur empreinte dans le marbre ; elles l'avaient donc attaqué par leur contact.

En effet, l'*extrémité des racines est acide* et capable de dissoudre les carbonates et phosphates de calcium et de magnésium, la silice, etc., substances que renferme le sol.

Des racines développées dans l'air humide, près d'un papier de tournesol bleu, le rougissent à tous les points de contact.

3° **La racine est un organe conducteur de la sève.** — Le liquide du sol, absorbé par la racine, *se rend dans les vaisseaux v* (fig. 306), *par lesquels il s'élève peu à peu jusque dans la tige et les feuilles.*

Pour le démontrer, on coupe une racine à une faible distance du sommet; on en plonge la section supérieure dans l'eau colorée par un peu de fuchsine; si, au bout de cinq ou six heures, on pratique de bas en haut des sections transversales de la racine, on verra que les vaisseaux seuls sont colorés en rouge par la fuchsine.

Outre ce courant ascendant de la sève brute et riche en eau, par les vaisseaux du bois, il existe un courant inverse, plus lent et moins net, d'une sève nutritive épaisse, visqueuse, se propageant de la tige jusqu'au sommet de la racine, *par les tubes criblés du liber surtout,* mais aussi de cellule à cellule dans tout le parenchyme conjonctif et *dans toutes les directions.*

4° **La racine est un organe de réserve nutritive.** — Les racines dont le parenchyme a subi un développement exagéré (Carotte, Betterave, Radis) sont des magasins de réserve où s'accumulent le sucre, l'amidon, etc.

Caractères de la Racine. — *La racine naît sur la tige, soit à sa base, soit latéralement; elle est protégée par une coiffe, possède en général une assise pilifère et ne porte jamais de feuilles.*

Le cylindre central de la racine renferme des **faisceaux ligneux** *et des* **faisceaux libériens alternes** *et disposés symétriquement par rapport à son axe.*

L'accroissement de la racine est **subterminal**; *il est dû à la multiplication de cellules initiales abritées par la coiffe.*

EMPLOI DES RACINES DANS L'AGRICULTURE ET DANS L'INDUSTRIE

Les *racines tuberculeuses* surtout sont utilisées pour l'alimentation et pour l'extraction industrielle des principes qu'elles renferment.

Racines alimentaires. — La *Betterave* rouge (fig. 307), la *Carotte* rouge, le *Panais*, le *Céleri*, le *Navet*, les *Radis* rose et noir, le *Salsifis*, le *Scorzonère*, constituent des aliments précieux pour l'Homme qui les mange cuits ou crus.

Les tubercules du *Manioc* d'Amérique (fig. 308), fortement pressés, fournissent une farine comestible dont on fait le *tapioca*.

Les bestiaux (Bœuf, Mouton, Cheval) consomment diverses variétés de Betterave, la Carotte blanche fourragère, le Navet, le Rutabaga.



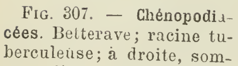


Fig. 307. — **Chénopodiacées.** Betterave; racine tuberculeuse; à droite, sommet d'une tige fleurie, avec une fleur isolée.

Racines industrielles et médicinales. — La *Betterave à sucre* est l'objet d'une culture attentive, particulièrement dans le nord de la France; on en extrait industriellement, dans les sucreries, le sucre blanc cristallisé, transformé en pains coniques dans les raffineries.

La racine de *Garance* fournit une matière tinctoriale rouge, l'*alizarine;* celle de *Curcuma* donne une matière colorante jaune. La racine de *Cephælis*, arbrisseau du Brésil, renferme *l'ipéca*, vomitif employé en médecine. La racine d'*Aconit* est également utilisée.



Fig 308 — Manioc. Racine tuberculeuse et tige fleurie

II. TIGE

La tige existe chez tous les Végétaux, sauf les Thallophytes.

§ I. MORPHOLOGIE DE LA TIGE

Direction de la tige. — On distingue des *tiges aériennes* et des *tiges souterraines*.



Fig. 309. — **Solanées**. Tabac. Tige terminée par une grappe composée. A droite, fleur isolée, fruit (capsule) et graine.



Fig. 310. — **Convolvulacées**. Liseron. Tige volubile ; à droite, fleur isolée.

Tiges aériennes. — La tige s'élève ordinairement dans l'air à l'opposé de la racine ; c'est la *tige dressée* qui porte les feuilles (fig. 287 et 309).

Certaines tiges grêles, dites *rampantes,* s'étalent sur le sol en y émettant de nombreuses racines

adventives [Fraisier, fig. 328, 12]. D'autres, dites *grimpantes*, s'enroulent autour d'un support [Liseron, fig. 310], s'y maintiennent à l'aide de vrilles [Vigne, Pois, fig. 311] ou par des crampons [Lierre].



FIG. 311. — **Légumineuses.** Pois. Tige grimpante avec vrilles formées par les feuilles modifiées. A gauche, fleur et gousse entr'ouverte.

Tiges souterraines. — On appelle *rhizome* une tige qui se développe sous le sol et parallèlement à sa surface [Chiendent, Carex, fig. 312]. Quand elle grossit sur place en diamètre, la tige est un *bulbe* [Safran] ou un *tubercule* [Pomme de terre, fig. 313].

Constitution externe de la tige. — La tige jeune est un cône allongé, soudé par sa *base* à la racine principale; des feuilles y sont insérées à divers niveaux appelés *nœuds, n* (fig. 314); l'intervalle compris entre 2 nœuds consécutifs est un *entre-nœud, en.*

Les feuilles sont de moins en moins développées près du sommet de la tige; les plus rapprochées du sommet le recouvrent et pro-



FIG. 312. — **Cypéracées.** Carex. Rhizome portant des tiges aériennes pourvues de feuilles et de fleurs en épis.

Tableau XIII

De la Tige.

La **Tige** existe chez tous les végétaux, sauf les Thallophytes.

- **Morphologie.**
  - *Direction.*
    - Tiges aériennes
      - dressées.
        - *Tronc* (arbres de nos pays).
        - *Stipe* (Palmiers); *Chaume* (Graminées)
      - rampantes : Fraisier.
      - grimpantes
        - *volubiles* (Haricot, Liseron).
        - avec crampons (Lierre).
        - avec vrilles (Pois, Vigne).
    - Tiges souterraines.
      - *Rhizomes :* Carex.
      - *Bulbes :* Safran. *Tubercules :* Pomme de terre.
  - *Constitution externe.*
    - *Bourgeon terminal* (au sommet).
    - Nœuds : insertion des *feuilles* et des *bourgeons axillaires* (qui donnent les rameaux). Entre-nœuds.
- **Structure.**
  - *Structure primaire.*
    - *Épiderme* avec poils et stomates.
    - *Écorce.*
      - Parenchyme chlorophyllien.
      - Endoderme.
    - *Cylindre central.*
      - Parenchyme conjonctif.
        - *Péricycle.*
        - *Rayons médullaires.*
        - *Moelle.*
      - *Faisceaux libéroligneux*
        - bois en dedans, liber en dehors (Dicotylédones et Gymnospermes).
  - *Structure secondaire.*
    - due à la croissance en épaisseur (Dicotylédones et Gymnospermes).
    - Assises génératrices
      - interne *Cambium*
        - liber secondaire en dehors / bois — en dedans — du cambium.
        - Bois { de printemps. / d'automme. } Age d'un arbre.
      - externe. — *Périderme.* { Liège. / Phelloderme. } — Lenticelles.
- **Fonctions.**
  - I Organe de *soutien* des parties aériennes de la plante.
  - II. Organe de *nutrition.*
    - *Échanges gazeux* (surtout) avec le milieu extérieur.
    - *Transpiration* continuelle : dégagement de vapeur d'eau.
    - *Assimilation* chlorophyllienne :
      - à la lumière seulement.
      - [CO^2 absorbé; O dégagé.]
    - *Respiration* continuelle : [O absorbé; CO^2 dégagé].
  - III. Organe de
    - *Transport* de la sève *brute*, ascendante, vers les feuilles par les vaisseaux du bois
    - *Répartition* de la sève *élaborée*, en tous sens, par les tubes criblés du liber surtout.
  - IV. Organe de *réserve nutritive* (Canne à sucre; rhizomes et tubercules).

Caractères de la Tige. — Pas de coiffe; *feuilles* et *bourgeons. Symétrie axiale* ± nette — Épiderme, écorce et cylindre central avec *faisceaux libéroligneux. — Accroissement terminal.*

tègent les jeunes feuilles encore à l'état de mamelons (1, 2).

L'ensemble formé par le sommet de la tige et les feuilles protectrices constitue le *bourgeon terminal*, *b.t* ; dans l'angle formé par chaque feuille avec la tige se trouve un *bourgeon axillaire*, *b.ax*, identique au bourgeon terminal.

L'accroissement de ces bourgeons détermine l'allongement de la tige suivant *F*, et l'apparition des *rameaux* ou *branches* suivant *F'*.

Tige principale et rameaux, forment un **système tigellaire**.

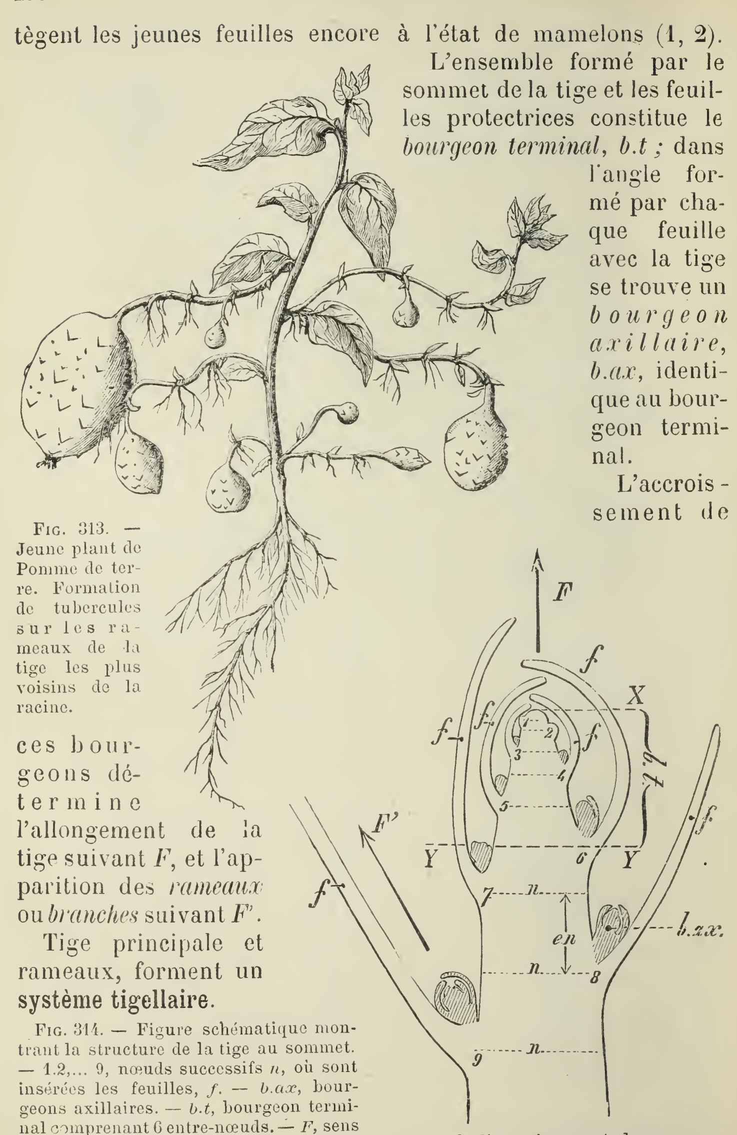


Fig. 313. — Jeune plant de Pomme de terre. Formation de tubercules sur les rameaux de la tige les plus voisins de la racine.

Fig. 314. — Figure schématique montrant la structure de la tige au sommet. — 1.2,... 9, nœuds successifs *n*, où sont insérées les feuilles, *f*. — *b.ax*, bourgeons axillaires. — *b.t*, bourgeon terminal comprenant 6 entre-nœuds. — *F*, sens de l'accroissement de la tige principale. F', sens de l'accroissement des rameaux

La tige jeune, généralement *verte, n'a pas de coiffe au sommet* : elle y est protégée par les feuilles du *bourgeon terminal* et souvent recouverte de poils.



Fig. 315. — **Conifères**. Cèdre Tige dressée avec tronc et cime.

Diverses sortes de systèmes tigellaires. — La tige dressée et ramifiée du Cèdre (fig. 315) et de la plupart de nos arbres présente un *tronc* (non divisé) surmonté d'une *cime* (ensemble des rameaux).

La tige du Palmier non ramifiée est un *stipe*. Celle des Graminées est un *chaume*, généralement creux en son milieu, sauf aux nœuds, *n*, *n'* (fig. 316).

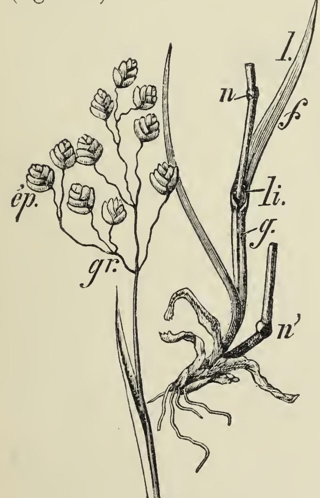


Fig. 316. — **Graminées**. Brize. *n.n*, nœuds de la tige ; *f*, feuille ; *l*. limbe ; *g*, gaine ; *li*, ligule ; *gr*, grappe d'épillets, *ép*.

§ 2. STRUCTURE DE LA TIGE

Nous envisagerons successivement : 1° la *structure primaire de la tige*, facile à observer immédiatement au-dessous de la région de croissance ; 2° la *structure de la région de croissance* ; 3° la *structure secondaire* de la tige.

A. Structure primaire de la tige. — La tige jeune du Haricot, par exemple, présente 3 régions principales (fig. 294 et 317) : l'*épiderme, ép* ; l'*écorce, Ec* ; le *cylindre central, Cy.c*.

1° **Épiderme.** — Il est formé d'une assise de cellules vivantes, à paroi épaissie et *cutinisée* du côté externe ; quelques-unes de ces cellules s'allongent en *poils, p*.

La couche épidermique est perforée de petites ouvertures microscopiques appelées *stomates, st*. (Voir page 297.)

2° **Écorce**. — On y trouve de nombreuses assises de cellules arrondies, avec des méats [1] ; les cellules voisines de l'endoderme, *en*, ne sont pas disposées en séries rayonnantes comme dans la racine (fig. 302, *a.co.in*).

Le parenchyme cortical de la tige est riche en sucre et en amidon; la chlorophylle lui donne une couleur *verte*.

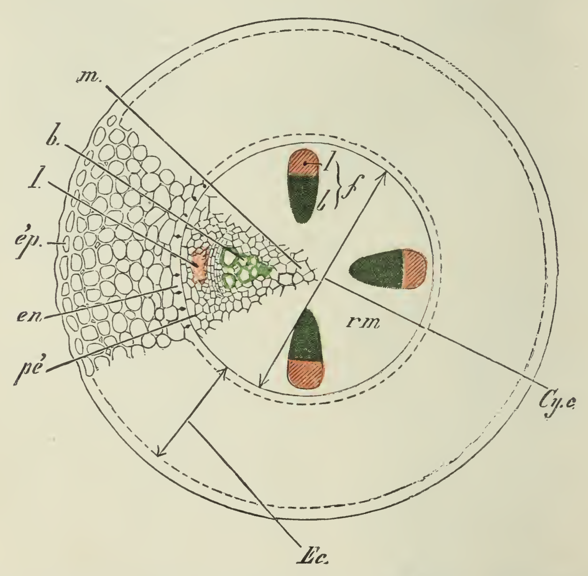


Fig. 317. — Section transversale schématisée d'une tige de Dicotylédone (structure primaire). — *ép*, épiderme. — *Ec*, écorce; *en*, endoderme. — *Cy.c*, cylindre central: *f*, faisceau libéroligneux à bois interne *b* et à liber externe *l*. *m*, moelle; *rm*, rayon médullaire; *pé*, péricycle.

3° **Cylindre central**. — Il est formé d'un *parenchyme conjonctif* analogue à celui de la racine (*péricycle, pé; rayons médullaires, r.m*, et *moelle, m*) entourant des *faisceaux libéroligneux, f*.

Faisceaux libéroligneux. — Chaque faisceau de la tige comprend : du *bois*, *b*, du côté interne; puis quelques couches de petites cellules dont nous parlerons plus loin; du *liber*, *l*, du côté externe.

1. On appelle *méats* ou *lacunes* les espaces remplis d'air, situés entre les cellules du parenchyme.

Bois et liber sont opposés dans la tige [*et non alternes comme dans la racine*].

Le *bois* d'un faisceau, *A* (fig. 318), comprend des vaisseaux et des cellules conjonctives; les vaisseaux les plus internes et les plus anciens sont étroits et imparfaits, *v.s;* les plus jeunes, larges et parfaits, *v.p,* sont en dehors [cette disposition est inverse de celle qui a été mentionnée pour la racine, fig. 302]. Le bois se développe donc de dedans en dehors, dans le sens centrifuge, *f* (*A'*).

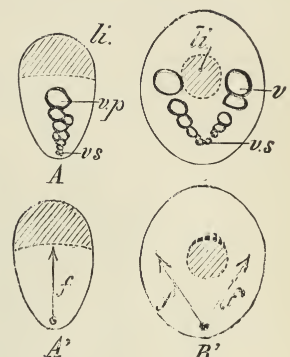


Fig. 318. — Sections schématisées de faisceaux libéroligneux montrant aussi le sens de l'accroissement du bois : chez une Dicotylédone, *A*, *A'*; chez une Monocotylédons, *B*, *B'*. *v.s*, vaisseaux spiralés ; *v.p*, vaisseaux ponctués; *li*, liber.

Le *liber* d'un faisceau comprend : des tubes criblés, des fibres scléreuses parfois et des cellules conjonctives; il se développe de dehors en dedans, dans le sens centripète.

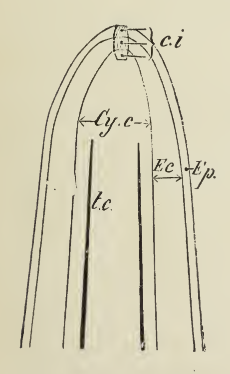


Fig. 319. — Section longitudinale au sommet d'une tige de Phanérogame. *c.i*, cellules initiales : de l'épiderme, *Ep;* de l'écorce, *Ec;* du cylindre central, *Cy. c.*
t.c, tissu conducteur

B. Structure de la région de croissance. — Au sommet de la tige, se trouve un *méristème* qui provient de la multiplication des cellules initiales, *c.i* (fig. 319) ; les cellules jeunes composant ce méristème se différencient ensuite pour donner les 3 régions de la tige, comme l'indique la figure.

C. Structure secondaire de la tige. — Les arbres de nos forêts et de nos jardins ont été d'abord de petites plantes; si leur tige a acquis des dimensions considérables dans la suite, la cause en est aux *formations secondaires* qui s'y sont produites.

Ces formations sont dues à la multiplication des cellules dans 2 *assises génératrices :* l'une interne, appelée *cambium ;* l'autre externe, dite *assise extra-libérienne.*

Mode de multiplication cellulaire dans une assise génératrice. — Soit une cellule, a_1 (fig. 319 *bis*), jusqu'alors comparable aux cellules voisines du parenchyme conjonctif; à un moment donné elle grandit, se cloisonne et donne deux cellules identiques, a_1, e_1; une nouvelle cellule, a_2, résulte

d'un deuxième cloisonnement; puis une autre, e_2 et ainsi de suite; la production des cellules nouvelles ayant lieu toujours aux dépens d'une cellule, *g*, qui donne alternativement une cellule du côté interne, *A*, et une autre du côté externe, *E*.

Un tel cloisonnement de la cellule génératrice, *g*, produit 2 *séries* de cellules nouvelles : une *série* interne, A, à développement centrifuge, et

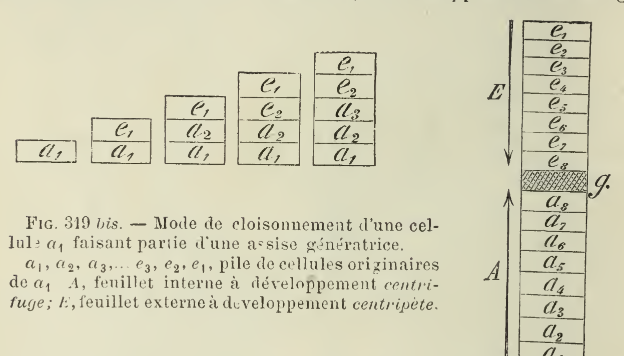


FIG. 319 *bis*. — Mode de cloisonnement d'une cellule a_1 faisant partie d'une assise génératrice.
a_1, a_2, a_3,... e_3, e_2, e_1, pile de cellules originaires de a_1 *A*, feuillet interne à développement *centrifuge*; *E*, feuillet externe à développement *centripète*.

une *série* externe, *E*, à développement centripète. Les éléments composant les deux séries subiront une différenciation variable avec la position de la cellule génératrice dans l'organe végétatif considéré.

Si l'on imagine un certain nombre de cellules semblables, disposées en une assise continue et y fonctionnant toutes de pareille manière, il en résultera la formation de 2 *feuillets* : l'un *interne*, l'autre *externe*, se comportant comme les deux séries *A* et *E*, dont nous venons de parler.

1° Assise génératrice interne. — Entre le bois, *b*, et le liber, *l*, de chaque faisceau libéroligneux primaire (fig. 320, I) se trouve un arc composé de cellules aplaties qui, abondamment nourries, se multiplient rapidement : si la tige renferme 4 faisceaux, 4 arcs générateurs s'organisent et sont reliés, à travers les rayons médullaires, *r.m*, par des cellules du parenchyme qui se multiplient de même.

Ainsi se forme un anneau complet, une *assise génératrice interne continue, a.g.in*, passant entre le bois et le liber de tous les faisceaux. Parmi les cellules qui en proviennent, les unes se différencient, du côté interne, en *vaisseaux* et en *fibres ligneuses*; les autres forment, du côté externe, des *tubes criblés* et des *fibres libériennes*.

Pendant une période de végétation (mars-octobre), il s'est formé : 1° *une couche de* **bois secondaire**, *b.s* (fig. 320, II), en dedans de l'assise génératrice, *a.g.in;* 2° *une couche de* **liber secondaire**, *l.s*, en dehors de la même assise.

2e, 3e années.

Le bois primaire pressé en dedans, *b.p*, et le liber primaire

Fig. 320. — Figure schématisée montrant le passage de la structure primaire I à la structure secondaire II d'une tige de Dicotylédone — *ép*, Épiderme (exfolié en II), *Ec.* écorce. — *Cy.c*, cylindre central. — *ag. in*, cambium ; *ag. ex*, assise génératrice externe. *b.p*, *l.p*, bois et liber primaires. — *b.s*, *l.s*, bois et liber secondaires. — *r.m*, *r.m.s*, rayons médullaires primaires et secondaires. — *li* liège ; *ph*, phelloderme

rejeté en dehors, *l.p*, ont conservé leurs dispositions respectives, sauf qu'ils sont plus éloignés.

Toutefois, dans la couche secondaire *b.s*, *l.s*, il existe des *rayons médullaires secondaires*, *r.m.s*, dus à ce que des séries radiales ne se sont pas différenciées parmi les cellules nouvelles.

Formations libéroligneuses chez les tiges âgées. — *Bois de printemps.* — *Bois d'automne.* — La section de la tige d'un Chêne âgé de 6 ans, par exemple, montre le bois formé de 6 assises plus ou moins épaisses (fig. 321).

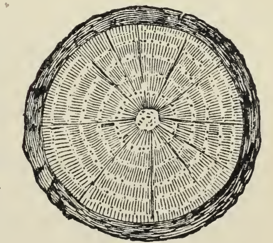


Fig. 321. — Coupe transversale d'un tronc de Chêne de 6 ans

Le bois présente un *nombre de couches égal au nombre de périodes végétatives que l'arbre a traversées*. En effet, au printemps, les racines absorbent activement les liquides nutritifs du sol, et la circulation de la sève exige de larges vaisseaux qui s'organisent dans le méristème secondaire nouvellement formé; le

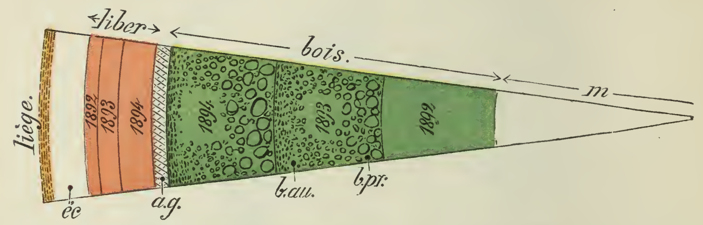


FIG. 322. — Segment d'une tige âgée de 3 ans, montrant la disposition des zones de bois et de liber par rapport au cambium, *a.g.* — *m*, moelle — *b.pr*, *b.au*, bois de printemps et bois d'automne formés en 1893 — *éc*, écorce

bois de printemps, *b.pr* (fig. 322), *renferme donc de larges vaisseaux*. A mesure que s'avance l'arrière-saison, la circulation est ralentie; *le* **bois d'automne**, *b.au, est donc formé de rares vaisseaux étroits accompagnés de fibres nombreuses*.

Ainsi le passage sans transition du bois d'automne d'une année au bois de printemps de l'année suivante détermine, sur la section d'un arbre, autant de lignes nettes de démarcation que cet arbre a vécu d'années.

Le bois central, le plus ancien, est d'aspect foncé; les incrustations qui s'y produisent à la longue lui font acquérir une consistance très dure.

On appelle *cœur* ce bois dur, tandis qu'on réserve le nom d'*aubier* au bois blanchâtre, tendre et peu coloré, plus récemment formé.

La formation du bois et du liber secondaires a pour effet d'accroître le diamètre de la tige.

2° Assise génératrice externe. — Cette assise, *a.g.ex* (fig. 320, I), est toujours située en dehors du liber. Elle forme du *liège* protecteur, *li*, du côté externe et du parenchyme assimilateur, *ph*, du côté interne.

Ces formations secondaires externes sont destinées à réparer l'écorce crevassée à chaque instant par l'augmentation de diamètre du cylindre central (Chêne, Tilleul).

Lenticelles. — Le liège formé isole du parenchyme nutritif et des faisceaux conducteurs toutes les assises qui lui sont extérieures; celles-ci se dessèchent, meurent et s'exfolient (Platane, Vigne).

2e, 3e années.

Le liège, imperméable aux gaz, déterminerait l'asphyxie des tissus profonds de la tige, s'il n'était interrompu en certains points par des *lenticelles, A* et *B* (fig. 323). Ces sortes de lentilles, formées de cellules nouvelles arrondies, en face des stomates, *st*, ménagent entre elles de nombreux méats ; *elles assurent ainsi la circulation de l'air extérieur dans l'atmosphère interne de la plante.*

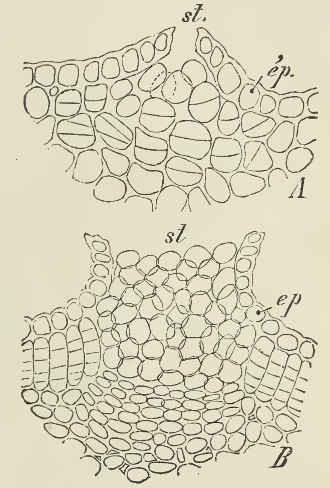


Fig 323 — Lenticelle à deux phases de son développement vis-à-vis d'un stomate, *st* *A*, jeune ; *B*, adulte.

§ 3 FONCTIONS DE LA TIGE

1° La tige est l'*appareil de soutien* de toutes les parties aériennes de la plante ;

2° La tige est un *appareil de transpiration, de respiration et d'assimilation ;*

3° La tige *conduit* les liquides nutritifs des racines aux feuilles et inversement ;

4° Elle *emmagasine des réserves* dans son parenchyme.

1° La tige soutient les parties aériennes de la plante. — Plus les ramifications de la tige dressée sont nombreuses plus les fibres de soutien y acquièrent d'importance. Les tiges grimpantes, trop faibles pour remplir ce rôle, s'enroulent autour de supports, sont munies de vrilles, de crampons (Lierre), etc.

2° La tige transpire, respire et s'assimile (quand elle est verte) le carbone du gaz carbonique contenu dans l'air.

(A.) **La tige transpire,** c'est-à-dire qu'*elle dégage de la vapeur d'eau dans l'air.* Cette fonction est surtout active dans les feuilles où nous l'étudierons spécialement.

(B.) **La tige respire** : *elle absorbe* **nuit et jour** *de l'oxygène dans l'air et y rejette du gaz carbonique.*

Les tiges aériennes et les rhizomes souterrains ont donc besoin d'oxygène pour vivre.

On peut répéter, avec des tiges débarrassées de leurs feuilles et *exposées à l'obscurité*, l'expérience signalée à la page 271 pour démontrer la respiration des racines.

(C.) **La tige chlorophyllienne s'assimile du carbone**, c'est-à-dire qu'*à la lumière, elle absorbe et décompose le gaz carbonique de l'air, en fixe le carbone dans ses tissus et dégage de l'oxygène.*

L'assimilation chlorophyllienne et la respiration (phénomène inverse) s'accomplissent simultanément à la lumière chez les tiges vertes; c'est pour cette raison que nous avons dû faire *à l'obscurité* l'expérience relative à la *respiration* des tiges.

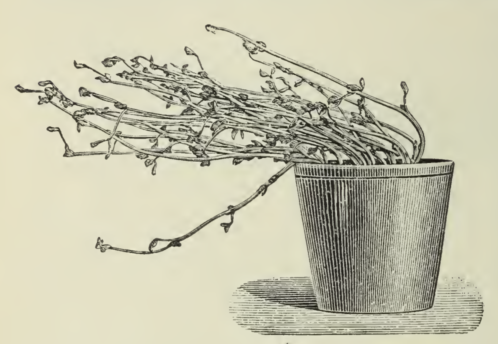


Fig. 324. — Phototropisme positif des tiges de Pois : les tiges se sont toutes dirigées vers une fenêtre par laquelle elles étaient éclairées unilatéralement.

La tige, éclairée d'un côté seulement, se courbe de ce côté pour utiliser le plus possible la lumière qui lui parvient; l'examen de la figure 324 suffit à nous en convaincre.

3° La tige sert au transport des liquides nutritifs des racines aux feuilles et inversement. — *Transport de la sève des racines aux feuilles.* — Les liquides absorbés par les racines dans le sol s'élèvent, par les *vaisseaux du bois*, vers la tige où ils continuent leur ascension par les mêmes voies.

On montre l'ascension de la sève brute dans les vaisseaux de la tige de diverses manières :

Une tige feuillée de Lupin ou de Fève, coupée près de sa base, est plongée dans de l'eau légèrement colorée par la fuchsine, par exemple. Au bout de quelques heures, une série de sections pratiquées à divers niveaux montre que *les vaisseaux du bois sont seuls colorés.*

On coupe transversalement un rameau d'un arbre ; après en avoir épongé la section inférieure avec du papier buvard, on voit la sève brute sortir exclusivement par les vaisseaux; la portion supérieure de la tige étant aussitôt plongée dans l'eau colorée, ses vaisseaux se colorent comme il a été dit plus haut.

L'ascension de la sève brute au printemps produit le phénomène des *pleurs* sur les sections des plantes ligneuses que l'on vient de tailler (Arbres fruitiers, Vigne).

Transport de la sève des feuilles aux racines. — La sève brute subit, dans les feuilles, une concentration et de profondes modifications (page 299); elle devient la *sève élaborée* qui se répartit dans toutes les directions *par les tubes criblés du liber surtout*; elle suit toutefois deux courants principaux : *l'un descendant vers les racines, l'autre ascendant vers le sommet de la tige* dont il favorise l'accroissement (fig. 344).

Le transport de la sève élaborée des feuilles aux racines, par le liber de la tige, est démontré par l'expérience suivante :

Sur une tige de Hêtre de 6 ans (fig. 325, I), il fut détaché, au mois de juin, un anneau transversal de 2 centimètres de hauteur comprenant l'écorce et tout le liber, sauf quelques tubes criblés, *l*, qui furent respectés. Au bout de plusieurs jours, la section inférieure de l'écorce et du liber, *s*, s'était simplement cicatrisée; la section supérieure, *s'*, présenta, au contraire, un bourrelet de plus en plus saillant : aux éléments libériens non détruits s'en adjoignirent d'autres; 3 mois après, un revêtement libérien nouveau s'était formé (fig. 325, II), grâce à la grande quantité de sève élaborée accumulée au-dessus de la section supérieure, *s'*.

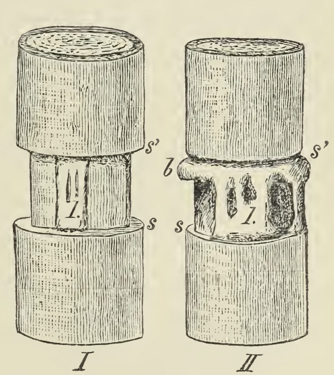


Fig. 325. — Rôle de la sève élaborée pour la reconstitution de tissus nouveaux, dans un tronc d'arbre dont on a enlevé un anneau d'écorce et de liber. Développement d'un bourrelet, *b*, sur la section supérieure seulement, en *s'*.

4° **La tige est un magasin de réserves nutritives.** — Nombre de tiges, les unes aériennes, les autres souterraines, accumulent des réserves dans leur parenchyme très développé.

Les tiges renflées des plantes ordinaires sont des *tubercules.*

C'est le *parenchyme primaire* qui se développe dans les tubercules de la Pomme de terre, fig. 314; c'est le *parenchyme secondaire* qui a pris une grande extension dans le tubercule du Topinambour, à la base de la tige du Navet, de la Carotte, de la Betterave, etc.

Les réserves nutritives contenues dans ces formations sont : du glucose, du saccharose, de la dextrine, de l'amidon.

Les tubercules de la Pomme de terre se développent sur les rameaux de la base de la tige; ces branches, enfouies sous le sol par le *buttage* effectué au mois d'avril, emmagasinent une très grande quantité d'amidon.

Caractères de la tige. — *La tige n'a pas de coiffe au sommet; elle y est protégée par de jeunes feuilles et de nombreux poils.*

Elle porte des **feuilles** *et des* **bourgeons.**

Le cylindre central de la tige jeune comprend des **faisceaux libéroligneux** *disposés symétriquement par rapport à son axe.*

L'accroissement de la tige est **terminal**; *il est dû à la multiplication de cellules initiales situées tout au sommet de la tige.*

TIGES UTILES

Produits fournis par la tige à l'agriculture et à l'industrie. — Nombreuses sont les applications de la tige : soit comme substance *alimentaire* directe, soit par les produits *alimentaires* ou *industriels* qu'on en extrait.

Par son *bois*, la tige de beaucoup d'arbres est utilisée dans la charpente, la menuiserie, l'ébénisterie, la tabletterie, la carrosserie ; l'*écorce* de quelques arbres nous fournit du liège ; elle est aussi précieuse dans la tannerie ; les *fibres* des plantes *textiles* sont employées dans la fabrication des tissus.

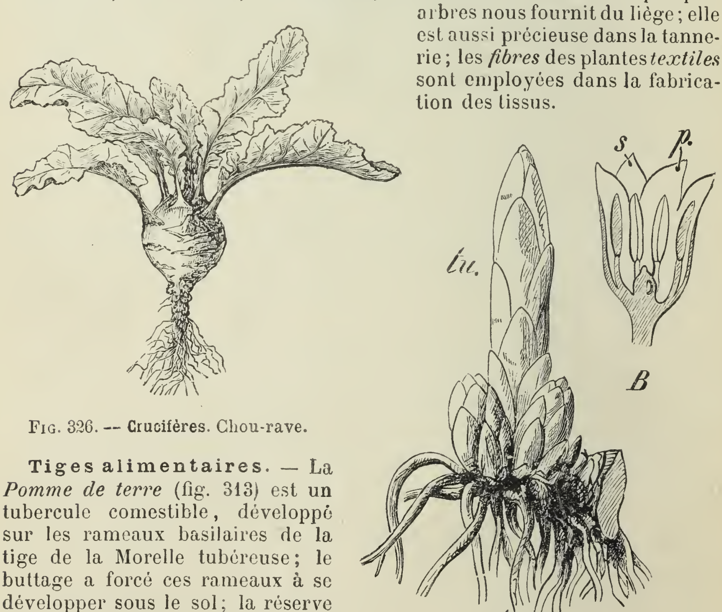


Fig. 326. — Crucifères. Chou-rave.

Fig. 327. — Liliacées. — Asperge. — A, griffe avec plusieurs turions, *tu*, inégalement formés. — B, section longitudinale d'une fleur mâle.

Tiges alimentaires. — La *Pomme de terre* (fig. 313) est un tubercule comestible, développé sur les rameaux basilaires de la tige de la Morelle tubéreuse ; le buttage a forcé ces rameaux à se développer sous le sol ; la réserve accumulée dans les tubercules est de la fécule. Introduite en France à la fin du XVIIIe siècle par Parmentier, la Pomme de terre est devenue un aliment indispensable.

Les *Crosnes* du Japon, le *Chou-rave* (fig. 326) sont aussi employés dans l'alimentation; les jeunes tiges d'*Asperge* (fig. 327) sont appréciées des gourmets.

Sous le nom de **Plantes fourragères**, on comprend un grand nombre de Légumineuses et de Graminées principalement, cultivées par l'homme en vue de l'alimentation des bestiaux; les fourrages consommés, soit en vert, soit à l'état sec en hiver, comprennent à la fois tiges, feuilles et fleurs riches en principes nutritifs.

Les principales espèces fourragères cultivées dans les prairies artificielles sont : la *Luzerne*, le *Trèfle*, le *Sainfoin*, la *Lupuline*, l'*Anthyllide*, le *Lotier*; à ces Légumineuses, on peut ajouter : la *Vesce*, le *Pois*, la *Féverole*, l'*Ajonc marin*, mangés en vert.

Les meilleures espèces des prairies naturelles sont surtout des Graminées : le *Paturin*, le *Ray-grass*, le *Vulpin*, le *Dactyle*, la *Fétuque*, la *Fléole*, la *Houlque*, etc.

Bois. — Au point de vue de leurs qualités, les bois peuvent être divisés en 3 catégories :

Les *bois blancs*, légers, médiocres combustibles, employés pour la fabrication des charbons légers et de la pâte à papier.

Les *bois durs*, lourds, bons combustibles, utilisés pour la fabrication des charbons de cuisine, la charpente, la menuiserie, l'ébénisterie, etc.

Les *bois résineux*, excellents combustibles, précieux comme matériaux de construction parce qu'ils sont imputrescibles.

1° *Bois blancs*. — Les principaux sont : le *Peuplier*, tendre [caisses d'emballage, menuiserie et carrosserie grossières, pâte à papier, allumettes, charbon pour la fabrication de la poudre]; l'*Aulne*, qui résiste à l'action de l'eau [pilotis, chaises, échelles]; le *Bouleau*, très tendre [bois de chauffage des boulangers, sabots, cercles de tonneaux]; le *Saule*, beaucoup plus tendre [vannerie]; le *Tilleul*, dont le grain est très fin [charbon à poudre, allumettes, jouets d'enfants, lutherie]; le *Châtaignier* [tonneaux, échalas de vigne, grosse charpente]; la *Bourdaine* et le *Fusain* [charbon à poudre, crayons à esquisses pour le dessin].

2° *Bois durs*. — Le plus important de tous nos arbres, par la qualité et les usages de son bois, est le *Chêne*, dont les forêts couvrent plus de 2 millions d'hectares en France [excellent bois de chauffage, charbon de première qualité; constructions navales et civiles, traverses de chemins de fer, étais dans les mines, merrains pour les tonneaux, lattes; ébénisterie].

Puis viennent le *Hêtre*, à tige droite et régulière, à bois flexible sous l'action de la vapeur d'eau [poutres et belles planches pour meubles de cuisine, bateaux, rames, merrains, établis de menuisier, combustible excellent]; le *Noyer*, excellent bois pour la sculpture, fournissant aussi de belles loupes employées en ébénisterie; le *Frêne*, au bois très élastique [carrosserie, manches d'outils, rames, échelles]; l'*Orme* et le *Charme*, dont le bois se travaille sans se fendre [moyeux de roues, poulies, vis de pression, instruments de menuiserie]; le *Buis*, au bois très dur et au grain fin [tabletterie, sculpture et gravure sur bois]; le *Poirier*, dont le

bois serré et uni est employé pour la sculpture et le modelage [teint en noir, il imite l'ébène]; le *Prunier*, dont le grain est fin et serré, très riche par son coloris varié [petits meubles]; l'*Alisier*, très dur [objets tournés, moulures délicates, règles, équerres, instruments de musique], etc.

3° *Bois résineux.* — Ce sont : le *Sapin*, le plus répandu en France de tous les bois résineux (640,000 hectares) ; son bois uni, homogène et léger, résiste bien à l'humidité [charpente et constructions navales; instruments de musique, caisses d'emballage, allumettes, jouets d'enfants]; l'*Épicea*, susceptible d'un beau poli; le *Pin sylvestre*, le *Mélèze* [grosses constructions maritimes, traverses de chemins de fer, poteaux télégraphiques]; l'*If*, le *Cèdre*, le *Cyprès*, le *Thuia* et le *Genévrier* dont le bois a le grain très fin [petits meubles et objets de fantaisie].

Dans les pays étrangers, de nombreuses espèces sont également précieuses par leur bois : l'*Eucalyptus*, le *Bois-de-fer*, le *Teck*, le *Pitch-pin*, l'*Acajou*, le *Palissandre*, l'*Ébène*, le *Bois-de-Rose*, etc.

Écorce. — Le *Chêne-liège*, cultivé dans le Midi de la France, en Espagne, en Algérie, fournit le liège employé à la confection de divers objets [bouchons, bouées de sauvetage, garnitures pour les tubes conducteurs de vapeur et pour les cabines téléphoniques, semelles élastiques, casques légers, linoléum, etc.] ; l'écorce du *Chêne rouvre* et du *Chêne pédonculé*, riche en tannin et pulvérisée, sert au tannage des cuirs.

Fibres textiles. — Le *Lin*, le *Chanvre*, l'*Ortie*, la *Ramie* de Chine et d'Algérie, le *Jute* de l'Inde, le *Phormium* de la Nouvelle-Zélande, l'*Agave* du Mexique, et certaines espèces de *Palmiers*, fournissent des fibres dont on peut faire des tissus après les avoir isolées.

Les fibres du Lin sont excessivement fines [linge de luxe], celles du Chanvre sont résistantes mais plus grossières [toiles, sacs, voiles, ficelles et cordages]; les fibres de la Ramie sont soyeuses, très fines et résistantes à la fois, mais leur séparation est difficile à réaliser.

Produits divers. — Parmi les résines on range : le *caoutchouc* ou latex solidifié que donnent le *Siphonia elastica* du Brésil, le *Ficus elastica*, l'*Hevea Guyanensis*, etc. ; la *gutta-percha* extraite de l'*Isonandra gutta* qui croît en Malaisie ; la *térébenthine*, tirée du Pin des Landes à la tige duquel on fait des incisions de temps à autre [on en extrait l'*essence de térébenthine* et la *colophane*]; le *baume de Canada* et la *poix de Bourgogne*, extraites de Conifères; la *gomme laque* élaborée par divers végétaux des Indes; la *gomme arabique* sécrétée par diverses variétés d'Acacias de l'Inde et de l'Afrique; le *camphre* extrait du tronc du *Dryobalanops aromatica* qui pousse dans l'île de Bornéo; etc.

Le *quinquina*, écorce des *Cinchona* qui croissent dans l'Amérique du Sud, donne la *quinine*, produit pharmaceutique; le *rhizome de la Rhubarbe* renferme des résines purgatives.

III. FEUILLE

La feuille est une lame verte portée par la tige des Phanérogames, des Cryptogames vasculaires et des Mousses.



Fig. 328. — Diverses sortes de feuilles. — *Feuilles simples :* Lilas (1), Muguet (2), Capucine (3), Peuplier (4), Érable (5), Chêne (6), Armoise (7), Liseron (15), Orme (16 et 18), Aulne (17). — *Feuilles composées :* Frêne (8), Rosier (9), Vesce (10), Fraisier (11 et 12), Vigne vierge (13 et 14). — *p*, pétiole; *li*, limbe; *st*, stipules, *pp*, pétiole principal; *ps*, pétiole secondaire; *bo*, bourgeon axillaire; *vr*, vrille.

Sa *symétrie* est *bilatérale*, tandis que la racine et la tige sont symétriques par rapport à un axe.

§ I. MORPHOLOGIE DE LA FEUILLE

Description de la feuille. — La feuille présente trois parties essentielles : le *limbe* qui est une lame étalée, *li* (fig. 328, 4) ; le *pétiole* étroit, *p*, qui porte le limbe ; la *gaine*, plus ou moins aplatie, qui rattache le pétiole à la tige.

Ces 3 parties ne sont pas toujours représentées : ainsi, le pétiole est absent dans les feuilles des Graminées (fig. 316) dont le limbe, *li*, est soutenu directement par la gaine [la feuille est dite alors *engainante*] ; la gaine et le pétiole manquent à la fois dans la feuille du Lis (fig. 329) [cette feuille est dite *sessile*].



Fig. 329. — **Liliacées** — Lis. (Bulbe écailleux.)

A la base du pétiole, on trouve fréquemment deux expansions foliacées appelées *stipules*, *st* (fig. 328, 9 et 11).

Les stipules prennent un développement considérable chez la *Gesse* (fig. 330), le Pois, la Pensée, où elles remplissent les mêmes fonctions que les feuilles ; elles suppléent parfois ces dernières (*Gesse*).

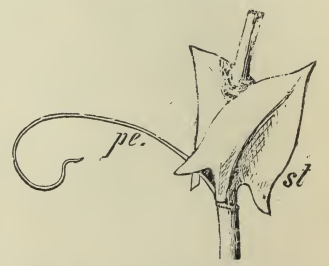


Fig 330. — Feuille de Gesse réduite à son pétiole, *pé*, avec deux grandes stipules, *st*

Constitution externe de la feuille. — Le *limbe* est une lame mince à symétrie bilatérale (fig. 335) ; il possède une face supérieure ou ventrale (appliquée contre la tige quand la feuille est relevée) et une face inférieure ou dorsale.

Tableau XIV.

De la Feuille.

La **Feuille** existe chez tous les végétaux, sauf les Thallophytes.
Sa *symétrie bilatérale* la distingue de la racine et de la tige à *symétrie axiale*.

- **Morphologie.**
  - *Description.*
    - *Limbe.* partie élargie.
    - *Pétiole.*
    - *Gaine* insérée sur la tige.
    - **Feuilles**
      - *engainantes* sans pétiole (Graminées).
      - *sessiles,* sans pétiole ni gaine (Lis).
      - *stipulées* (Pois Rosier, Fraisier).
  - *Constitution externe.*
    - Limbe
      - Parenchyme chlorophyllien.
      - *Nervures.*
    - Pétiole de formes diverses (cylindrique, en gouttière, etc.
  - *Classification basée sur*
    - 1° la *nervation.*
      - F. *uninerves:* 1 nervure (Pin, Sapin).
      - F. *rectinerves:* *n* nervures parallèles (Lis, Blé).
      - F. *penninerves:* 1 nervure principale (Tilleul, Châtaignier
      - F. *palminerves:* *n* nervures principales (Mauve, Vigne).
    - 2° *la ramification*
      - du limbe.
        - F. *entière :* Buis, Lilas.
        - F. *dentée :* Noisetier, Peuplier.
        - F. *lobée :* Chêne, Vigne, Lierre.
        - F. *séquée :* Chanvre.
      - du pétiole.
        - F. *simple* (pétiole non ramifié).
        - F. *composée* (pétiole ramifié)
          - penninerve : Acacia.
          - palminerve : Vigne vierge.
  - *Modifications* dans la forme des feuilles.
    - *Adaptation* à des milieux divers : Sagittaire
    - *Différenciation* dans le même milieu due à leur fonction :
      - Écailles, bulbes (Lis, Oignon).
      - Cotylédons (graines).
      - Parties de la *fleur*.
- **Structure.**
  - *Structure primaire.*
    - *Limbe.*
      - Épiderme
        - face supérieure : peu ou pas de stomates
        - face inférieure : nombreux stomates.
        - Poils
      - Parenchyme palissadique et lacuneux.
      - Faisceaux libéroligneux
        - bois du côté ventral.
        - liber — dorsal.
    - *Pétiole.* Épiderme, parenchyme et faisceaux.
  - *Phyllotaxie.*
    - F. *verticillées*
      - plusieurs feuilles insérées au même nœud sur la tige.
      - F. *opposées* (2), *ternées* (3), etc.
    - F *alternes* : 1 seule feuille à chaque nœud.
- **Fonctions.** — Organe de nutrition.
  - *Transpiration.*
  - *Assimilation chlorophyllienne.*
  - *Respiration.*

La face ventrale est plus verte; quand la feuille est pourvue de poils, c'est la face dorsale qui en renferme le plus.

Le limbe d'une feuille, vu par transparence, laisse voir un réseau très délicat formé par des *nervures* (fig. 328); les mailles du réseau sont remplies par du parenchyme vert. [Les nervures sont très accentuées sur la face dorsale des feuilles du Chou.]

Le *pétiole* présente, en général, une section creusée en gouttière du côté ventral (fig. 334).

Nervation de la feuille. — On appelle *feuilles uninerves* les feuilles en aiguille du Pin, du Sapin, qui possèdent une seule nervure médiane 1 (fig. 331).



Fig. 331. — Nervation des feuilles. — Feuilles : uninerve (1), rectinerve (2), penninerve (3), palminerve (4).

On nomme *feuilles rectinerves* celles des Graminées (Maïs, Blé), du Muguet, parcourues par plusieurs nervures longitudinales parallèles, 2 (fig. 328 et 331).

Une feuille est *penninerve* quand il part du pétiole *une seule nervure principale* qui émet latéralement des nervures secondaires, 3 (fig. 331), 4, 6, 17, 18 (fig. 328).

Une feuille est *palminerve* quand *plusieurs nervures principales* se détachent du pétiole en divergeant, 4 (fig. 331), 5 (fig. 328).

Ramification de la feuille. — Une feuille est *simple* quand le limbe est unique, 1 à 7 (fig. 328). Elle est *composée* si le pétiole est ramifié ; alors chaque ramification du pétiole se termine par une *foliole* indépendante, 8 à 14 (fig. 328).

Ramification du limbe. Feuille simple. — La feuille simple est dite :

entière, quand son bord n'est pas découpé [Lilas (1), Muguet (2)] ;
dentée, quand les découpures sont peu profondes [Peuplier (4), Orme (18), Aulne (17)] ;
lobée, si les découpures sont très prononcées [Érable (5), Chêne (6), Vigne] ;
séquée, quand les découpures atteignent presque les nervures principales (Chanvre, fig. 366).

Ramification du pétiole. Feuille composée. — Le pétiole peut être ramifié suivant les modes *penné* ou *palmé*.

Feuille composée pennée : Le pétiole principal émet latéralement,

à divers niveaux, des pétioles secondaires portant chacun une foliole [Frêne (8), Rosier (9), Vesce (10)].

Feuille composée palmée: Le pétiole principal se divise, *à un seul niveau*, en plusieurs pétioles secondaires portant chacun une foliole [Vigne vierge (13 et 14), Trèfle].

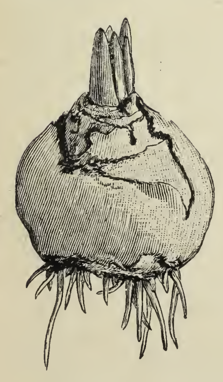
On reconnaît une feuille composée à ce que la base du pétiole principal est seule pourvue d'une gaine ou de stipules.



Fig. 332. — Sagittaire. Feuilles : aériennes, *f*; nageantes, *f'*; submergées, *f''*.

Modifications éprouvées par les feuilles. — Ces modifications résultent d'une adaptation de la feuille : soit à des milieux divers, soit à des fonctions particulières :

1° *Adaptation à des milieux divers.* — Les feuilles de la Sagittaire (fig. 332) se développent : les unes dans l'air, *f;* les autres à la surface de l'eau, *f';* les autres dans l'eau, *f''*. Les feuilles aériennes ont la forme d'un fer de flèche, les feuilles nageantes sont ovales et les feuilles submergées ressemblent à de longues lanières.


Fig. 333. — Bulbe de Jacinthe.

2° *Adaptation à des fonctions variées.* — La graine de toutes les Phanérogames possède des *cotylédons, co* (fig. 285), feuilles où sont accumulées les matières propres à nourrir la plantule au moment de la germination.

Les feuilles ordinaires du Lis (fig. 329) sont élancées, minces et vertes; celles de la base, réduites à une gaine très épaisse, s'appellent *écailles* et renferment, comme les cotylédons, des matières nutritives de réserve.

On appelle **bulbe** la réunion de ces feuilles nourricières.

Il existe 2 sortes de bulbes d'après la disposition des écailles

Les *bulbes écailleux* dont les écailles se recouvrent incomplètement (Lis) ; les *bulbes tuniqués* dont les écailles externes enveloppent totalement les internes (Oignon, Tulipe, Jacinthe, fig. 333).

Les *écailles brunes qui enveloppent les bourgeons*, et qui tombent au printemps, sont autant de feuilles différenciées.

Les *vrilles* que présentent les feuilles composées pennées du Pois (fig. 311) résultent de l'atrophie des folioles.

§ 2. — STRUCTURE DE LA FEUILLE

La feuille a une durée moindre que la racine et la tige; aussi sa *structure primaire* est-elle seule intéressante.

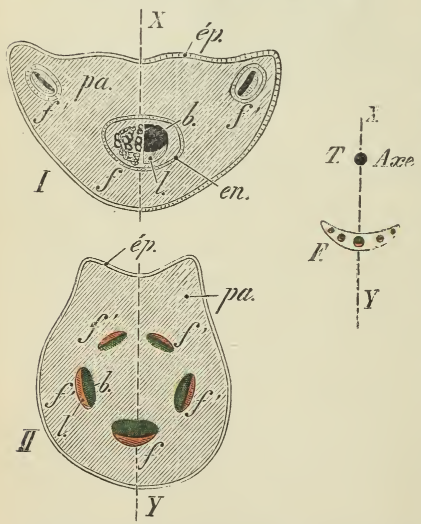


Fig. 334 — Sections transversales de pétioles; I. Violette; II, Lierre. *ép*, épiderme ; *pa*, parenchyme ; *f*, *f'*, faisceaux libéroligneux : *b*, bois; *l*, liber. A droite, la figure montre l'orientation de la coupe transversale d'une feuille, *F*, par rapport à l'axe de la tige, *T*, et la symétrie bilatérale de la feuille. *XY*, trace du plan de symétrie

1° Structure du pétiole. — Une coupe mince transversale, détachée du pétiole de la feuille de Violette (I, fig. 334), présente au microscope : un épiderme, *ép*, interrompu çà et là par des stomates et portant quelques poils; au-dessous, le parenchyme, *pa*, formé de cellules riches en chloroleucites; au milieu du parenchyme, des faisceaux libéroligneux, *f* et *f'* [le faisceau médian, *f*, est plus développé que les faisceaux latéraux, *f'*].

Ces faisceaux renferment du bois, *b*, orienté du côté de la face ventrale et du liber, *l*, orienté du côté dorsal; ils sont disposés symétriquement par rapport au plan XY qui renferme l'axe de la tige, *T*.

2° Structure du limbe. — Le limbe, partie élargie de la feuille, contient les mêmes parties que le pétiole : épiderme, *ép* (fig. 335), parenchyme, *pa*, et faisceaux libéroligneux, *f*, *f'*, disposés symétriquement par rapport au plan XY ; le bois des faisceaux est du côté de la face ventrale de la feuille, *f.v*; le liber est du côté dorsal, *f.d*.

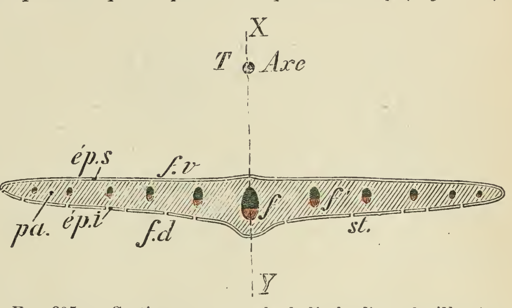


Fig. 335. — Section transversale du limbe d'une feuille. *ép,s*, *ép.i*, épiderme de la face ventrale, *f.v*, et de la face dorsale, *f.d*; *st*, stomate; *pa*, parenchyme, *f*, faisceau libéroligneux médian; *f'*, faisceaux latéraux de plus en plus réduits, du centre au bord du limbe

La figure 336 permet de comprendre cette orientation : l'épiderme, *ép*, de la tige T se continue sans interruption autour de la feuille F; il en est de même du parenchyme de la tige et du parenchyme de la feuille; le bois, *b*, et le liber, *ll'*, des faisceaux foliaires s'incurvent pour rejoindre les faisceaux libéroligneux de la tige.

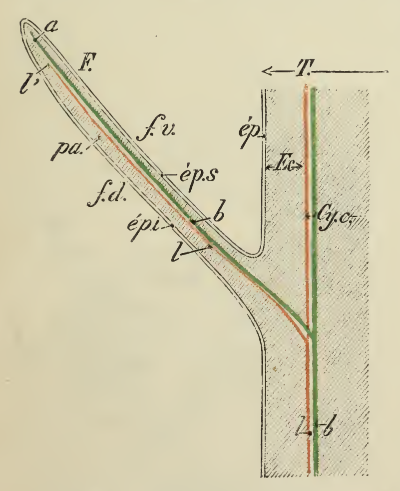


Fig. 336. — Section longitudinale d'une feuille *F* et de la tige *T* (Mêmes désignations que pour la figure 335) *Ec*, écorce; *Cy.c*, cylindre central.

Examinons de plus près la structure du limbe (fig. 290).

Épiderme. — L'épiderme de la face ventrale, *ép.v*, est ordinairement continu, tandis que celui de la face dorsale, *ép.d*, est interrompu par de nombreux *stomates*, *st* (il y en a jusqu'à 700 par millimètre carré de surface).

Un *stomate* (fig. 337) consiste dans la réunion de 2 cellules en forme de croissants opposés par leur concavité (*e*) ; ces cellules, riches en chloroleucites, limitent un

orifice, *os*, par lequel l'air extérieur communique avec l'atmosphère interne de la feuille par la chambre sous-stomatique, *ch.s.st.*

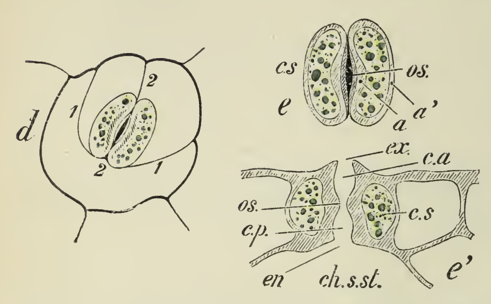


Fig. 337. — Stomates vus : de face (*d,e*) ; en coupe (*e'*). *cs* cellule stomatique; *os*, ostiole; *ex*, exostome; *en*, endostome; *ch.s.st*, chambre sous-stomatique

Parenchyme. — Dans la plupart des feuilles ordinaires, le parenchyme du côté ventral, *p.pa*, est formé de cellules prismatiques, sans méats entre elles, disposées comme les planches d'une palissade : d'où son nom de *parenchyme palissadique.* — Le parenchyme dorsal, *p.la*, composé de cellules arrondies, séparées par de grandes lacunes, s'appelle *parenchyme lacuneux.* L'air qui remplit les lacunes est en rapport avec l'air extérieur par les stomates, *st.*

La face inférieure des feuilles est plus pâle ordinairement que la face supérieure, à cause des nombreuses lacunes du parenchyme dorsal.

Faisceaux libéroligneux. — Ils sont noyés dans le parenchyme, s'y ramifient et constituent les *nervures* de la feuille.

Disposition des feuilles sur la tige. — L'insertion des feuilles sur la tige est déterminée par la disposition des petits mamelons, 1,2 (fig. 314) contenus dans le bourgeon, mamelons qui deviendront des feuilles en grandissant.

Deux cas principaux se présentent :

1° Plusieurs feuilles sont insérées au même nœud sur la tige; elles constituent un *verticille : ces feuilles sont* dites *verticillées* (fig. 338);



Fig. 338. — Fuchsia. Grappe de fleurs.

2° Les feuilles sont insérées isolément sur la tige : *ces feuilles sont* dites *alternes* (fig. 309).

Feuilles verticillées. — Un verticille se compose le plus souvent de 2 feuilles dites *opposées* (Fuchsia, Houblon, Haricot).

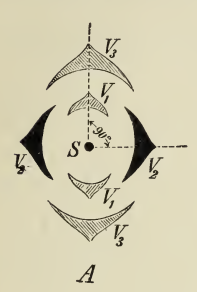


Fig. 339. — Feuilles verticillées opposées.

Un verticille quelconque, V_2 (fig. 339), est en croix avec celui qui le précède, V_1, et avec celui qui le suit immédiatement, V_3.

Feuilles alternes. — Elles sont disposées régulièrement sur la tige.

Si l'on trace, sur la tige conique, la génératrice passant par le centre d'insertion d'une feuille quelconque, on trouvera toujours sur cette génératrice les centres d'insertion de plusieurs autres feuilles, placées au-dessus ou au-dessous de la feuille considérée.

Entre 2 feuilles consécutives situées sur une même génératrice sont disposées d'autres feuilles plus ou moins nombreuses.

Pour définir la position des feuilles alternes, on procède ainsi : partant de la feuille 1 (fig. 340), on décrit une spire autour de la tige, en passant par toutes les feuilles, 2, 3, etc., intercalées entre la feuille 1 et celle qui lui est immédiatement superposée, 4.

On compose une fraction dont le numérateur indique le nombre de tours effectués en passant de 1 à 4, et dont le dénominateur égale le nombre de feuilles rencontrées, sans compter la feuille point de départ.

La fraction fournie par l'exemple choisi chez l'Aulne est $\frac{1}{3}$.

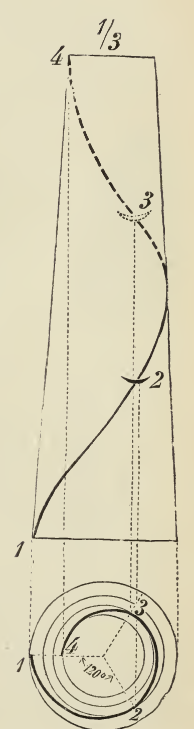


Fig. 340. — Feuilles alternes ; Cycle $\frac{1}{3}$; la divergence de 2 feuilles successives = 120°.

§ 3. — FONCTIONS DE LA FEUILLE

La sève ascendante, conduite par les vaisseaux du bois à travers le pétiole et le limbe, jusqu'aux extrémités des nervures de la feuille, y subit des modifications profondes :

1° Elle abandonne à l'air extérieur de l'eau, surtout à l'état de vapeur : c'est la fonction de *transpiration ;*

2° Elle s'enrichit des principes nutritifs élaborés par la feuille en vertu des échanges gazeux qui s'y accomplissent : ce sont les fonctions de *respiration* et d'*assimilation chlorophyllienne.*

La *sève élaborée,* nutritive, qui résulte de ces transformations, est distribuée dans tout le végétal.

I. Transpiration. — Les feuilles dégagent dans l'air de la vapeur d'eau, nuit et jour (mais beaucoup plus le jour que la nuit).

On montre ainsi la perte d'eau éprouvée par les feuilles : le pétiole d'une feuille, *f* (fig. 341), est engagé dans un bouchon qui ferme hermétiquement la branche *A* d'un tube en U plein d'eau ; l'autre branche se prolonge par un tube horizontal fin et gradué, également rempli de liquide en continuité avec celui du tube en U.

Que l'appareil soit exposé à l'obscurité ou à la lumière, le niveau du liquide se retire de *a* vers *b ;* car la feuille absorbe, par le pétiole, une certaine quantité d'eau *destinée à compenser* celle qu'elle a perdue.

Mais le niveau *a* se déplace beaucoup plus rapidement vers *b*, *pendant le même temps*, quand la feuille est exposée à la lumière solaire que lorsqu'elle est soumise à l'obscurité.

Fig. 341. — Mesure de la transpiration d'une feuille par la quantité d'eau qu'elle absorbe dans le tube en U ; *a*, niveau du liquide qui se déplace vers *b*.

Les exemples suivants montrent l'importance du dégagement de vapeur d'eau chez certaines plantes ; ils rendent compréhensible l'effet désastreux d'une longue période de sécheresse

Un plant d'Avoine a perdu, en 90 jours :........	2k 278	d'eau.
Un hectare, semé en Avoine, perd par jour :,.....	25 000 k.	—
Un hectare, planté en Maïs, perd par jour :.....	36 000 k.	—
Un Chêne portant 700 000 feuilles, perd en 5 mois :	111 225 k.	—

Ces dégagements énormes sont compensés par une absorption de même ordre effectuée par les racines dans le sol : de là, la nécessité des pluies et des arrosages quand l'eau de pluie vient à manquer.

L'expérience montre que :

1° *les feuilles vertes dégagent à la lumière beaucoup plus de vapeur d'eau qu'à l'obscurité* [cette augmentation du dégagement de vapeur d'eau à la lumière s'appelle *chlorovaporisation*, parce qu'elle est due à l'influence de la chlorophylle];

2° *la transpiration d'une feuille est d'autant plus grande que cette feuille est plus mince et qu'elle possède plus de stomates.*

II. Respiration et Assimilation chlorophyllienne. — Ces deux phénomènes concernent les échanges d'oxygène et de gaz carbonique entre la feuille et le milieu extérieur.

La **respiration** des feuilles **s'accomplit nuit et jour**, quelle que soit leur couleur.

L'assimilation chlorophyllienne a lieu chez les feuilles vertes seulement, et sous l'influence de la lumière.

(a). **Respiration.** — *Les feuilles vertes, à l'obscurité, absorbent de l'oxygène* [O] *et dégagent du gaz carbonique* [CO^2].

Introduisons des feuilles dans l'éprouvette qui nous a déjà servi à montrer la respiration des racines et des tiges (fig. 304), et abandonnons le tout à l'obscurité ; au bout de quelques heures, le gaz contenu dans l'éprouvette renfermera une forte proportion de gaz carbonique reconnaissable par le précipité que forme ce gaz avec l'eau de baryte ou de chaux ; la proportion d'oxygène aura diminué.

(b). **Assimilation chlorophyllienne.** — *Les feuilles* **vertes**, à la **lumière seulement**, *absorbent du gaz carbonique* [CO^2] *dans l'air, le décomposent et dégagent de l'oxygène* [O].

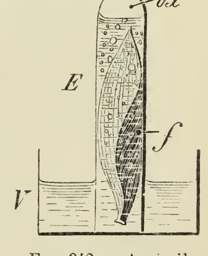


Fig. 342. — Assimilation chlorophyllienne. La feuille, *f*, plongée dans une éprouvette pleine d'eau légèrement acidulée par l'acide carbonique, puis exposée à la lumière, dégage de l'oxygène, *ox*, et absorbe CO^2 dissous dans l'eau.

On introduit une grande feuille verte, *f*, sous une éprouvette, *E* (fig. 342), pleine d'eau légèrement acidulée par l'acide carbonique (en l'additionnant d'un peu d'eau de Seltz); cette éprouvette repose dans un cristallisoir qui contient également de l'eau; le tout est exposé aux rayons solaires.

On voit apparaître sur la feuille une foule de petites bulles gazeuses qui grossissent et se dégagent au sommet de l'éprouvette; après plusieurs heures, on recueille le gaz dégagé qu'on reconnaît être de l'oxygène; l'acidité de l'eau a disparu.

La décomposition du gaz carbonique est déterminée par les radiations qu'absorbe la chlorophylle.

Résultante de l'assimilation chlorophyllienne et de la respiration. — Toute feuille verte, exposée à la lumière, est donc le siège de deux phénomènes inverses et simultanés :

la respiration (**O** absorbé, CO^2 dégagé) ;

l'assimilation (CO^2 absorbé, **O** dégagé).

Au début du jour, l'intensité de la lumière est faible, la respiration l'emporte sur l'assimilation : la résultante est une absorption d'oxygène et un dégagement de CO^2. — L'intensité lumineuse augmente, l'assimilation contrebalance la respiration ; puis, ses effets prédominent quand la lumière est vive: absorption de CO^2, dégagement d'oxygène. — Au déclin du jour,

la résultante sera la même qu'au début; puis la respiration se produira seule quand la nuit sera complète.

L'assimilation n'a jamais lieu chez les végétaux dépourvus de chlorophylle, comme les Champignons.

Accroissement des végétaux chlorophylliens. — Si les échanges dus à l'assimilation compensaient les échanges respiratoires pendant le même temps, la plante ne subirait pas de variation de poids; mais la première heure d'exposition à la lumière du jour suffit à la plante pour réparer la perte de carbone qu'elle a éprouvée pendant la nuit.

Tout le reste du jour, la plante s'enrichit en carbone.

En évaluant le poids de la récolte faite dans les prairies pendant une période de végétation, on a pu calculer approximativement la quantité de carbone fixée par les Graminées: elle varie de 1 500 à 4 500 kilogrammes par hectare.

Remarque. — L'expérience montre que *les échanges gazeux entre l'air extérieur et la feuille s'accomplissent, non seulement par les stomates, mais par toute la surface de la feuille.*

Caractères de la feuille. — *La feuille, portée par la tige, a une* **symétrie bilatérale,** *c'est-à-dire qu'elle est symétrique par rapport à un plan qui contient l'axe de la tige.*

Les faisceaux libéroligneux que renferment ses nervures sont orientés: le bois, du côté de la face ventrale; le liber, du côté dorsal.

Emploi des feuilles dans l'agriculture et l'industrie

Feuilles alimentaires. Les principaux légumes cultivés pour leurs feuilles alimentaires sont : le *Chou* (chou d'York, chou quintal, à feuilles lisses; chou milan à feuilles cloquées; chou de Bruxelles dont on mange les bourgeons latéraux) ; la *Salade* (laitue, chicorée, barbe de capucin); le *Céleri* (céleri à côtes dont on mange les feuilles crues ou cuites, céleri rave dont le rhizome est comestible); la *Mâche* et le *Pissenlit* consommés en salade; l'*Épinard* et l'*Oseille;* le *Cerfeuil* et le *Persil* utilisés comme condiments.

Les feuilles développées comme écailles des bulbes [*Oignon*, *Ail*, *Échalote*] et celles du *Poireau* et de la *Ciboule* sont aussi utilisées à cause de leurs réserves nutritives.

Les feuilles du *Théier*, bouillies puis séchées, sont livrées au commerce sous le nom de *thé* dont nous faisons des infusions.

Usages divers. — Les feuilles du *Tabac* (fig. 309), riches en *nicotine*, servent à faire le tabac dont l'usage est malheureusement trop répandu.

On retire des *matières* colorantes bleues des feuilles de l'*Indigotier* (indigo) et du *Pastel*, une matière colorante jaune de la *Gaude* (*Reseda luteola*) les feuilles du Chêne, piquées par le *Cynips gallæ tinctoriæ*, produisent; une galle riche en tanin, utilisée pour la fabrication de l'encre.

IV. DE LA NUTRITION CHEZ LES VÉGÉTAUX

Les Végétaux empruntent au milieu extérieur [sol, air ou eau] les matériaux utiles à leur développement ; nous l'avons vu en étudiant les fonctions d'absorption, de respiration et d'assimilation accomplies par la racine, la tige et la feuille.

Mais la plante, comme l'animal, *fait un choix* parmi les éléments dont elle dispose et la quantité de matière qu'elle absorbe est soumise au principe déjà énoncé (page 72) : *La consommation règle l'absorption.*

Les aliments nécessaires à la plante étant supposés connus, celle-ci les *absorbe*, les *conduit* aux points où ils vont subir les *modifications propres à les rendre assimilables* par les cellules vivantes ; une partie de ces matières transformées sera *mise en réserve* pour être *digérée* et utilisée à mesure que la plante en aura besoin ; parmi les *produits de déchet*, les uns sont rejetés directement au dehors, les autres sont localisés dans le parenchyme conjonctif.

Cet exposé est traduit encore par la figure 76, employée déjà pour exprimer les phénomènes de la nutrition générale chez les animaux.

1° **Composition et origine des matières absorbées.** — Il résulte de l'analyse chimique d'un grand nombre de plantes que 12 corps simples entrent dans leur composition. Le milieu où elles vivent doit donc les leur fournir :

6 de ces corps sont **essentiels** [*carbone*, *hydrogène*, *oxygène*, *azote*, *soufre et phosphore*] ; les 6 autres sont **utiles** [*silicium*, *chlore*, *potassium*, *calcium*, *fer* et *manganèse*].

Nature des corps essentiels.	Sources où la plante les puise :
Carbone............	Gaz carbonique de l'air et carbonates du sol.
Hydrogène.........	Eau.
Oxygène	Air et eau.
Azote................	Azotates [azote libre : Légumineuses].
Soufre..............	Sulfates } du sol.
Phosphore, etc......	Phosphates, etc... } du sol.

2° Circulation de la sève. Son élaboration. Fonction chlorophyllienne et Assimilation. — Les racines puisent dans le sol un liquide nutritif qui est une dissolution de sels divers ; la tige et les feuilles échangent des gaz [O et CO^2] avec l'air et y rejettent de la vapeur d'eau.

Le liquide absorbé dans le sol [*sève ascendante* ou *brute*] *circule*, par les vaisseaux du bois, de la racine jusqu'aux feuilles.

Deux causes déterminent ainsi l'*ascension* de la sève brute :

1° La *poussée des racines,* c'est-à-dire l'impulsion que transmet le liquide absorbé par les poils radiculaires à celui qui est déjà engagé dans les vaisseaux;

2° L'*aspiration* due à la transpiration des feuilles.

La poussée des racines peut provoquer l'ascension de l'eau au delà de 10 mètres.

Expérience : Après le coucher du soleil, vers le mois de juin de préférence, on coupe, près du niveau du sol, la tige d'une Vigne et l'on adapte un tube de verre (fig. 343) au tronçon adhérent à la racine intacte.

On voit alors la sève monter dans le tube.

On peut aussi vérifier l'aspiration de la sève par les feuilles.

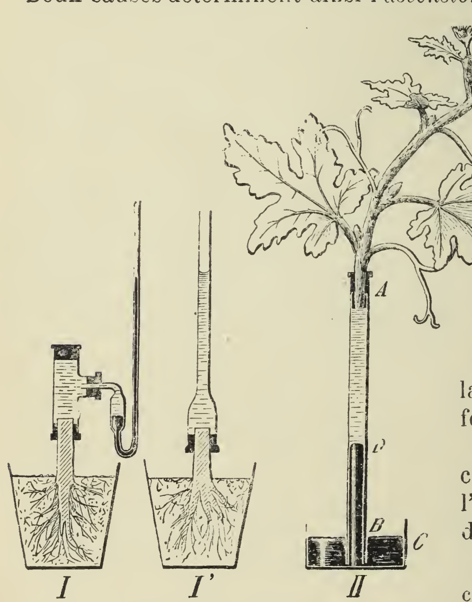


Fig. 343. — La sève brute s'élève de la racine aux feuilles : 1° par la poussée des racines I,I'; 2° par l'aspiration des feuilles, II. — I, pied de Vigne coupé, le soir, près du sol et pourvu d'un manchon de verre plein d'eau avec un manomètre à air libre contenant du mercure; la sève brute, écoulée par la section, s'ajoute à l'eau du manchon et repousse le mercure. — I', un pied identique est pourvu d'un tube de verre dans lequel la sève monte. — II, la partie supérieure du pied de Vigne coupé est fixée au sommet du tube *AB* plein d'eau et reposant sur le mercure, *C*. Les feuilles transpirent, provoquent l'aspiration de l'eau et, par suite, l'ascension du mercure en *BD*.

TABLEAU XV.

De la nutrition chez les Végétaux.

La nutrition est en rapport avec les besoins de l'être vivant.

I. **Composition des matières absorbées.** — Elle est déterminée par l'*analyse chimique* du végétal.

Résultats de l'*analyse* élémentaire. { C, H, O, Az, S, P. *essentiels*.. / Si, C, K, Ca, Fe, Mn, *utiles*.... } à la plante.

Les 12 éléments utiles doivent être fournis aux végétaux sous une forme *absorbable* différente, suivant qu'ils possèdent ou non de la chlorophylle.

II. **Origine et destination des matières absorbées. — Fonction chlorophyllienne. — Assimilation.**

1° *Végétaux chlorophylliens.* — *Origine* de : C (gaz carbonique de l'air et du sol, carbonates) ; H (eau) ; O (eau et air) ; Az (azotates et sels ammoniacaux) ; les autres corps sont puisés à l'état d'azotates, phosphates, sulfates, chlorures, etc

Destination La sève brute, puisée par les racines, *circule* à travers la tige, jusqu'aux feuilles qui *absorbent aussi l'oxygène et* CO^2 dans l'air.

Grâce à la *fonction chlorophyllienne*, à la *respiration* et à la *transpiration* la sève brute devient la *sève élaborée* distribuant au végétal ses principes *assimilables*.

Utilisation immédiate / *Mise en réserve*...... } des substances assimilables.

2° *Végétaux sans chlorophylle.*

Ils se nourrissent de matière organique qu'ils élaborent ensuite.

Plantes { *saprophytes :* vivent sur des êtres morts ou dans des solutions avec de la matière organique (Champignon de couche). / *parasites :* vivent aux dépens d'êtres vivants (Cuscute, Mildiou)

Symbiose Association de 2 êtres vivants (*dont l'un est au moins chlorophyllien*) qui se prêtent un mutuel secours dans la lutte pour l'existence : Lichens.

III. **Réserves nutritives** { Amidon, Sucres, / Graisses, Aleurone. } Leur emploi par l'action des *diastases*.

IV **Désassimilation**..... Matières { localisées { Oxalate et Carbonate de calcium, / Silice, Résines. / rejetées : CO^2, H^2O, huiles essentielles, etc.

Expérience : La tige feuillée de Vigne, détachée plus haut, est fixée au sommet d'un tube droit plein d'eau, *AB* (fig. 343, II), et reposant sur le mercure en *C ;* au bout de peu de temps, l'eau est absorbée et le mercure s'élève dans le tube en *D*.

Les gaz directement absorbés par les feuilles s'y trouvent donc en présence de la *sève brute* ou ascendante. La transpiration et l'activité du protoplasme (augmentée de l'énergie des radiations recueillies par la chlorophylle) interviennent pour transformer

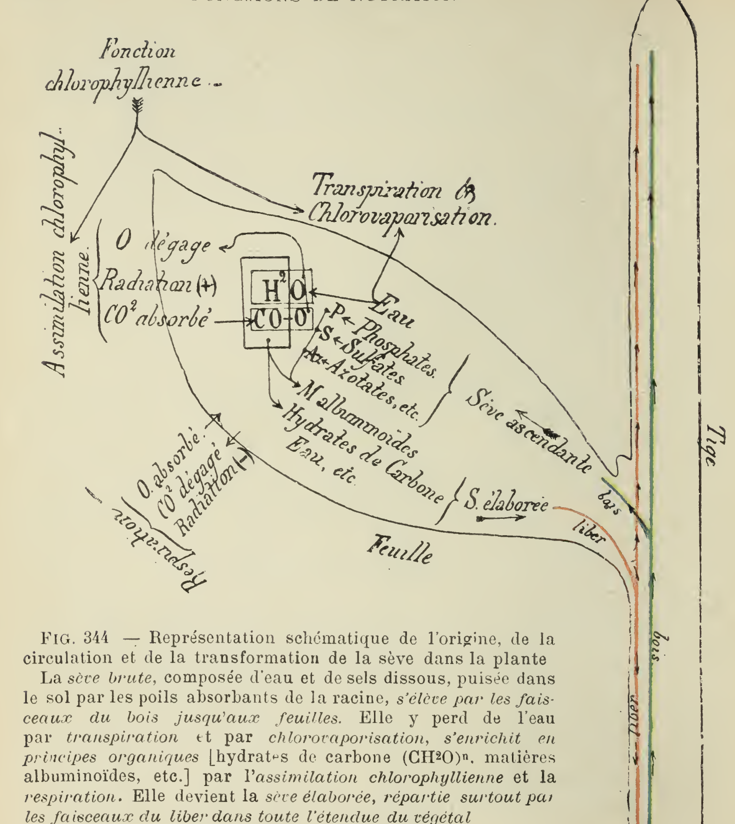


FIG. 344 — Représentation schématique de l'origine, de la circulation et de la transformation de la sève dans la plante La *sève brute*, composée d'eau et de sels dissous, puisée dans le sol par les poils absorbants de la racine, *s'élève par les faisceaux du bois jusqu'aux feuilles.* Elle y perd de l'eau par *transpiration* et par *chlorovaporisation, s'enrichit en principes organiques* [hydrates de carbone $(CH^2O)^n$, matières albuminoïdes, etc.] par l'*assimilation chlorophyllienne* et la *respiration*. Elle devient la *sève élaborée, répartie surtout par les faisceaux du liber dans toute l'étendue du végétal*

la sève brute en *sève élaborée* essentiellement nutritive, distribuée ensuite dans toutes les parties du végétal.

La sève brute comprend une forte proportion d'eau et des sels (azotates, phosphates, sulfates, chlorures, carbonates, etc.).

La transpiration lui fait perdre une certaine quantité d'eau ; la **fonction chlorophyllienne** concentre davantage la sève et l'enrichit en principes organiques.

Nous avons vu (page 303) que *cette fonction s'accomplit à la lumière seulement* et *par les parties vertes du végétal; à l'obscurité, la plante vit aux dépens des* **réserves** *qu'elle a formées pendant le jour*.



Fig. 345. — Champignon de couche; *my.n*, mycélium nutritif ; *ap.r*, appareil reproducteur.

Plantes saprophytes et plantes parasites dépourvues de chlorophylle.

Les *plantes dépourvues de chlorophylle ne peuvent fabriquer de la matière organique à l'aide de substances minérales* **seules** ; elles empruntent au milieu extérieur de la matière organique qu'elles s'assimilent.

On appelle *saprophytes* les plantes qui vivent de la matière organique fournie par la décomposition des animaux et des végétaux morts. Tels sont : les **nombreux** Champignons qui poussent dans le terreau, sur le fumier (Champignon de couche, fig. 345), les Moisissures développées sur le bois pourri, sur le cuir, etc.

On appelle *parasites* les végétaux qui se développent aux dépens des êtres vivants. Les principales plantes parasites sans chlorophylle sont : la *Cuscute* (fig. 346), dévelopée sur la Luzerne, le Trèfle, le Chanvre; le *Phytophtora infestans*, parasite de la Pomme de terre; le *Mildiou*, parasite de la Vigne, etc.

Quelques végétaux verts vivent en parasites sur d'autres qu'ils affaiblissent : le *Gui*, parasite sur le Chêne, le Pommier; le *Mélampyre* et le *Rhinanthe* (fig. 347), parasites sur les racines des Graminées.



Fig. 347. — **Scrofulariées.** Rhinanthe.



Fig. 346. — **Convolvulacées.** Cuscute

Symbiose. — On appelle ainsi l'*association* de 2 plantes dont chacune apporte à son associée le produit de son travail, en vue de leur prospérité commune.

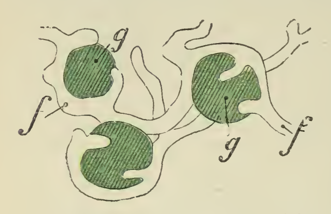


Fig. 348. — Portion d'un Lichen (*Lecidea cinereo-virens*) fortement grossie ; *f*, mycélium du Champignon entourant les gonidies *g* de l'Algue (*Cystococcus*).

Les *Lichens*, qui se développent sur l'écorce des arbres ou sur les rochers, nous en fournissent l'exemple le plus remarquable (fig. 348). Ils résultent de l'association d'une Algue et d'un Champignon.

Le Champignon incolore, *protecteur*, puise dans l'Algue, *abritée* et *pourvue de chlorophylle*, des principes hydrocarbonés transformés par le Champignon en matières azotées et albuminoïdes, avec le secours de quelques principes minéraux empruntés au support (rocher, écorce, etc.).

L'Algue profite d'une partie de ces principes.

3° Formation des réserves. — La plante forme, pendant le jour, des réserves qu'elle consome la nuit ; elle accumule dans la graine des principes qui serviront au développement de la plantule pendant la germination (page 253).

Les principales substances mises en réserve sont :

L'*amidon*, les *sucres*, les *huiles* et l'*aleurone*.

Amidon $(C^6H^{10}O^5)^5$. — L'amidon est abondant dans les tubercules de Pomme de terre, les grains de Blé, de Seigle, de Maïs et autres céréales (fig. 349).

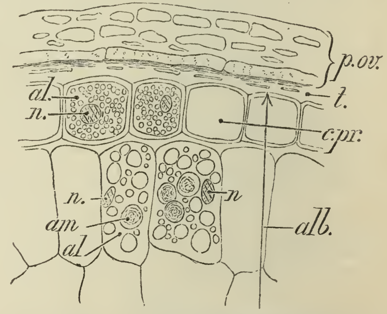


Fig. 349. — Section transversale d'un grain de Blé dans la région superficielle. *p ov*, paroi du fruit; *t*, tégument de la graine. *alb*, albumen composé : 1° de la couche superficielle, *c.pr*, riche en aleurone, *al;* 2° du parenchyme avec amidon *am* et grains d'aleurone, *al.*

Un grain d'amidon, vu au microscope, se montre formé de couches superposées alternativement brillantes et ternes, disposées autour du *hile* (fig. 350); ces couches sont concentriques dans le Blé, excentriques dans la Pomme de terre.

Insoluble dans l'eau froide, l'amidon se gonfle dans l'eau à 60 degrés et forme l'*empois d'amidon ;* soumis à l'ébullition dans l'eau acidulée, il s'hydrate et passe successivement par les phases *dextrine, maltose et glucose* soluble [**Saccharification**].

La saccharification de l'amidon est effectuée dans les cellules vivantes par un ferment soluble appelé *amylase* ou *ptyaline* (voir aussi page 23).



FIG. 350. — Grains d'amidon : 1,1', Pomme de terre (1'' grain corrodé ; 6, grain fortement grossi montrant les zones claires et les zones ternes) ; 2, Sagou ; 3, Blé ; 4, Maïs ; 5, Betterave.

Sucres. — Le *saccharose* [$C^{12}H^{22}O^{11}$] se rencontre abondamment dans la Betterave, la Carotte, la Canne à sucre, les écailles du bulbe d'Oignon ; il y est en réserve à l'état dissous, mais *non dialysable*. Pour être utilisé par la plante, le saccharose doit être hydraté, *interverti*.

$$\underset{\text{Saccharose.}}{C^{12}H^{22}O^{11}} + H^2O = 2\underset{\text{Glucose.}}{[C^6H^{12}O^6]}$$

Cette transformation est faite par l'*invertine*, ferment soluble que produisent les cellules vivantes.

Huiles. — Ces substances se rencontrent dans les graines, les fruits d'un grand nombre de végétaux ; on les en extrait par l'éther ou le sulfure de carbone.

Les *huiles* extraites des graines de Lin, de Pavot, de Noix, de Chanvre, de Ricin, sont dites *huiles siccatives*, parce qu'elles s'épaississent à l'air ; celles que renferment les Olives, les graines de Hètre, de Colza, de Moutarde, sont des *huiles non siccatives*.

Sous l'influence d'un ferment soluble appelé *saponase*, les huiles se dédoublent en glycérine et en acides gras qui servent à la formation de matières albuminoïdes et de glucose.

Matières albuminoïdes. — Ces substances très variées sont ordinairement dissoutes dans le suc cellulaire des graines en voie de formation ; elles se prennent en masses solides pendant la maturation de la graine, moment où celle-ci se dessèche.

Les cellules de la graine renferment alors beaucoup de *grains d'aleurone*, matière albuminoïde privée d'eau [albumen

du Blé (fig. 349), cotylédons du Pois, du Noyer, du Lupin, etc.].

Les grains d'aleurone disparaissent aussitôt que l'eau parvient aux cellules qui les renferment.

4° **Digestion des réserves.** — La digestion des réserves consiste dans leur transformation en principes solubles et *dialysables, capables de cheminer dans tout l'organisme, de cellule en cellule ou par les tubes criblés*, jusqu'au lieu où ils seront utilisés.

Cette transformation est due à des *diastases* ou *ferments solubles*, que sécrètent soit les cellules mêmes renfermant les réserves à *digérer*, soit les cellules voisines.

C'est surtout au printemps, lors de la germination des graines et de l'éclosion des bourgeons chez les arbres, que l'activité cellulaire se réveille.

Le protoplasme sécrète les diastases nécessaires à la transformation des matières de réserve ; une fois produites, les diastases, favorisées en général par une légère acidité du suc cellulaire, *provoquent l'hydratation et le dédoublement des substances insolubles ou non dialysables qui sont rendues assimilables*.

L'eau absorbée par la plante dissout les principes nouveaux et les diffuse dans toute l'étendue du végétal qui s'éveille ou de la plantule qui croît.

5° **Produits de désassimilation.** — Ils sont nombreux chez les Végétaux; les uns comme le gaz carbonique et l'eau sont rejetés au dehors; d'autres sont localisés dans certaines cellules du parenchyme sous forme d'*oxalate de calcium* (Vigne, Oseille, etc.), de *carbonate de calcium*, de *silice* (Blé, Prêle), d'*huiles essentielles*, de *résines* (jeunes bourgeons, pétales des fleurs, surface des fruits).

Les poils de l'Ortie renferment de l'*acide formique ;* la tige des Euphorbes renferme des cellules allongées et rameuses, remplies d'un liquide épais et blanc appelé *latex*.

Les produits de désassimilation sont disséminés çà et là dans le parenchyme; nombre de plantes possèdent cependant un véritable *tissu sécréteur formé de poches ou de canaux*, dans lesquels s'accumulent du latex, des gommes, des résines, etc.

FONCTIONS DE REPRODUCTION

Les Végétaux assurent, à un moment donné, la conservation de leur espèce en se *multipliant*.

Leurs modes de multiplication sont les suivants :

1° La *multiplication par scissiparité*, produite à l'aide d'un fragment quelconque de la plante à conserver;

2° La *reproduction proprement dite*, à l'aide d'éléments spéciaux produits par le Végétal (*spore*, *œuf* ou *graine*).

1° Multiplication végétative ou par scissiparité. — Le *marcottage* et le *bouturage* sont les procédés employés par la nature ou l'agriculteur, pour obtenir plusieurs plantes à l'aide de fragments d'une plante robuste.

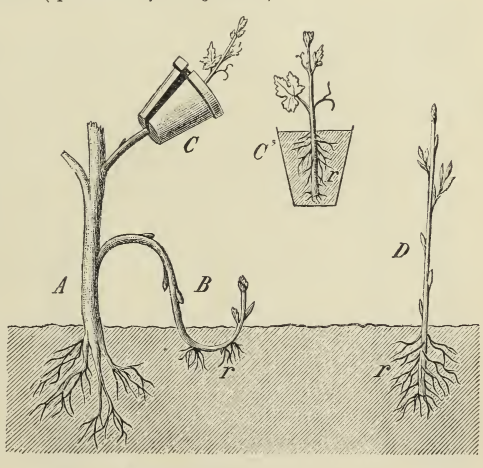


Fig. 351. — **Marcottage** suivant 2 modes en *C* et en *B*. Les rameaux, émis par la tige *A*, sont enfouis en partie dans le sol ; ils se couvrent de racines adventives, *r*, de plus en plus nombreuses et suffisantes pour les nourrir (*B*,*C'*). — *D*, **Bouturage** d'un fragment de tige de Saule ; planté dans le sol humide, ce rameau s'est également couvert de racines adventives.

(a). **Marcottage.** — *Une* **marcotte** *est une partie de plante qui, au contact de la terre, s'y couvre de racines adventives, sans cesser d'appartenir à la plante mère.*

Un pied de Fraisier émet des tiges rampantes (*stolons*, fig. 328, 12) qui s'enracinent aux nœuds et y développent autant de jeunes Fraisiers; les stolons, en se desséchant, rendent indépendants tous ces êtres issus d'un même pied.

C'est là un *marcottage naturel.*

Les vignerons multiplient les plants de Vigne d'une pareille manière (fig. 351); les arboriculteurs entourent des rameaux d'excellents arbres fruitiers, comme il est indiqué en *C*. Chacun des rameaux *C* acquiert des racines, peut être détaché au bout de quelque temps et constitue un jeune plant d'arbre.

En cela consiste le *marcottage artificiel.*

(b). **Bouturage.** — *Une* **bouture** *est une partie de plante détachée de la mère avant d'avoir acquis des racines adventives.*

Une Pomme de terre (fig. 313) est un fragment de tige qui possède des bourgeons (yeux) capables de donner, au printemps et dans un sol humide, une plante nouvelle en se nourrissant de la réserve d'amidon du tubercule : la Pomme de terre est donc une *bouture* [*bouturage naturel*].

Un fragment de tige de Saule, *D*, enfoncé dans la terre humide, s'y couvre de racines adventives, *r*; il forme un végétal nouveau [*bouturage artificiel*]. — Les oignons, les fragments de gousses d'Ail et d'Échalote, les fragments de tiges ou de feuilles de *Begonia*, de *Géranium*, sont autant de boutures utilisées par les horticulteurs.

Fig. 352. — Greffe en fente.

La **greffe** est un bouturage consistant dans le transport d'un fragment de plante (*greffon*, fig. 352) sur un autre végétal (*sujet*) aux dépens duquel il se nourrira.

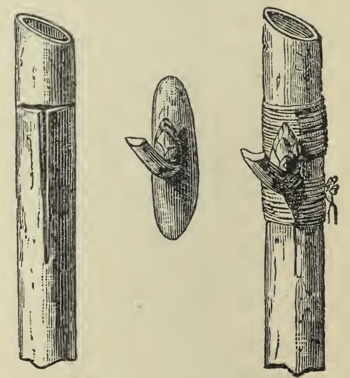


Fig. 353. — Greffe en écusson.

Le greffon est : un rameau dans la *greffe en fente;* un simple bourgeon avec les tissus conducteur et conjonctif voisins dans la *greffe en écusson* (fig. 353).

Il faut avoir soin, dans tous les cas, de faire coïncider le bois et le liber du *greffon* avec les tissus identiques du *sujet*.

TABLEAU XVI.

De la multiplication chez les Végétaux.

I. Multiplication par *scissiparité.*
- *Marcottage*
  - naturel : Fraisier (stolons).
  - artificiel : Vigne (provignage).
- *Bouturage*
  - naturel : Tubercules (Pomme de terre). Bulbes.
  - artificiel : Saule. — *Greffe.*

Transmission des caractères de la plante mère par *hérédité complète.*

↑

II. Reproduction proprement dite.
- par *spores* : cellules à protoplasme très condensé.
- ....
- par *œufs.*
  - Fusion de 2 cellules distinctes.
  - Un développement ultérieur de l'œuf et l'accumulation de réserves autour de l'*embryon formé* donnent une **graine** (Phanérogames).

↓

Transmission des caractères de la plante mère par *hérédité incomplète.*

Les propriétés de la plante primitive se transmettent aux jeunes végétaux qui en sont issus par la multiplication végétative [**hérédité complète**].

Reproduction proprement dite. — Elle a lieu par *spores* ou par *œufs.*

Une **spore** *est une cellule*, produite d'ordinaire par les Cryptogames, *capable de reproduire une nouvelle plante semblable à la plante mère.*

La spore n'est pas absolument identique à une cellule ordinaire; son protoplasme est plus condensé et riche en matériaux de réserve.

Un **œuf** *résulte de la fusion des protoplasmes issus de deux cellules distinctes.*

La *graine* des Phanérogames résulte du développement ultérieur de l'œuf, et de l'accumulation de réserves autour de l'organisme qu'il a formé (*plantule*).

L'œuf et la graine procèdent de deux parents; les êtres qu'ils produisent en germant possèdent la plupart des caractères des parents; *ils présentent aussi d'autres caractères qui en font vraiment des individus nouveaux* [**hérédité incomplète**].

I. LA FLEUR

La **fleur** *est un ensemble de pièces ayant pour origine des feuilles modifiées.*

Ces pièces sont portées par un rameau ou *pédicelle*, inséré sur la tige, *t* (fig. 354), à l'aisselle d'une *bractée.*

[La bractée est aussi une feuille modifiée, qui n'existe pas toujours cependant.]

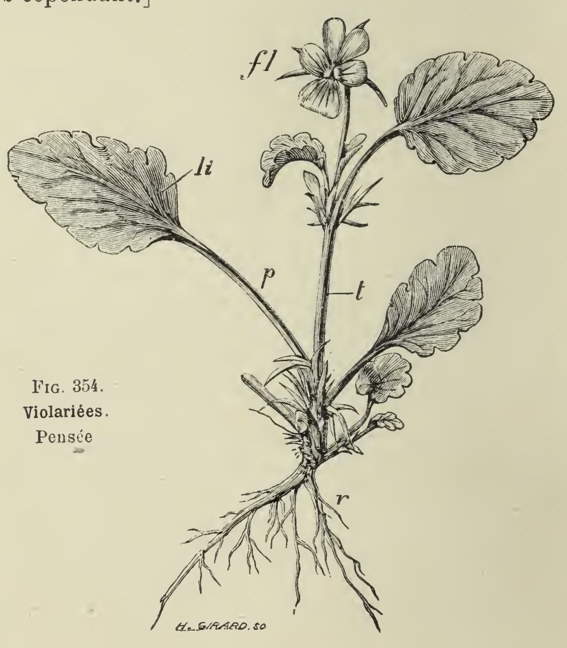


Fig. 354.
Violariées.
Pensée

§ I. — INFLORESCENCE.

On appelle *inflorescence la disposition des fleurs sur la tige.*

L'inflorescence est *solitaire* ou bien elle est *groupée.*

(a). **Inflorescence solitaire.** — L'inflorescence est solitaire quand le pédicelle floral n'est pas ramifié et porte *une* fleur (Pensée, fig. 354).

(b). Inflorescence groupée. — Le pédicelle floral est ramifié en *grappe* ou en *cyme* dans ce cas.

Dans la **grappe**, le support commun de l'inflorescence s'al-



Fig 355. — **Crucifères**. Moutarde des champs.-*r*, racine ; *t. yh*, tige hypocotylée; *c*,*c'*, cotylédons ; *t.ép*, tige épicotylée portant les feuilles et les fleurs à divers degrés d'épanouissement, 1 à 7. — 3, *ca*, calice; *co*, corolle. — 6, 7, jeune fruit (*silique*) parvenu à maturité en *si*; *si'*, silique ouverte pour la dispersion des graines.

longe au sommet, qui n'est pas terminé par une fleur; *les fleurs, disposées* latéralement *à divers niveaux sur l'axe principal de la grappe*, sont d'autant plus âgées et mieux épanouies qu'elles sont plus près de la base (fig. 355).

Quand les rameaux décroissent progressivement de bas en haut le long de l'axe de l'inflorescence, on a une *grappe proprement dite;* si les rameaux sont tous courts, la grappe devient un *épi* (fig. 410, Blé); c'est une *ombelle* quand tous les rameaux se détachent d'un même nœud de la tige et sont tous de même longueur (fig. 396, Carotte).



Fig. 356. — **Gentianées.** Petite Centaurée. Fleurs solitaires au sommet des rameaux de la tige ramifiée en cyme bipare La partie gauche de la figure est schématisée

Fig. 357. **Linées.** Lin

Dans la **cyme**, l'axe principal est terminé par une fleur et se ramifie à un seul niveau au-dessous de cette fleur; les rameaux qui en partent présentent les mêmes caractères que l'axe principal (fig. 356).

Tableau XVII

De la Fleur.

La **Fleur** est un ensemble de pièces d'*origine foliaire*, groupées en *verticilles*, au sommet d'un *pédicelle* (Fleurs verticillées).

Inflorescence. — Disposition des fleurs sur la plante.

- Inflorescence
  - *solitaire :* Violette.
  - *groupée*
    - en *grappe* (Lis).
    - en *cyme* (Petite Centaurée).

Fleurs verticillées.

- **Description et Rôles des verticilles.**
  - Verticilles. Feuilles modifiées.
  - *Périanthe.*
    - *Calice* — *Sépales*.... [Limbe sessile].
    - *Corolle* — *Pétales*.... [Onglet, limbe].
  - *Appareil reproducteur.*
    - *Androcée* — *Étamines*.. [Filet, Anthère (Pollen)].
    - *Pistil* — *Carpelles* [Ovaire (ovules), Style, Stigmate].
  - Les pièces des verticilles successifs sont *alternes* en général (*Diagramme*, fig. 359).
  - Origine *foliaire* des pièces florales — Preuves
    - Métamorphose progressive.
    - — régressive (horticulture).
    - Fleurs monstrueuses.
- **Classification.**
  - 2° Nombre des verticilles
    - *Périanthe*
      - 2 vert : *Fleur dipérianthée* (Lin, Giroflée, Pois).
      - 1 — : *Fleur monopérianthée* (Ortie, Anémone).
      - 0 — : *Fleur apérianthée* ou *nue* (Saule, Peuplier).
    - *Appareil reproducteur*
      - 2 — : *Fleur hermaphrodite* (Lin, Giroflée).
      - 1 — : *Fleur unisexuée*
        - mâle (androcée).
        - femelle (pistil).
  - Plante
    - *monoïque :* Fleurs mâles et femelles sur le même pied (Chêne)
    - *dioïque :* Fleurs mâles et femelles sur pieds différents (Chanvre)
  - Soudure
    - (a) *des pièces d'un même verticille.*
      - Périanthe
        - Calice
          - *dialysépale :* sépales libres (Lin).
          - *gamosépale :* — soudés (Pois).
        - Corolle
          - *dialypétale :* pétales libres (Rose).
          - *gamopétale :* — soudés (Tabac).
      - Appareil reproducteur.
        - Androcée.
          - *dialystémone :* étamines libres.
            - didynames (Labiées).
            - tétradynames (Crucifères)
          - *gamostémone :* étamines soudées par
            - leurs filets (Haricot).
            - leurs anthères (Composées)
        - Pistil.
          - Carpelles indépendants (Renoncule).
          - Carpelles soudés (on admet : 1 ovaire, 1 style et 1 stigmate quand ils sont soudés complètement).
    - (b) *de plusieurs verticilles entre eux.*
      - Ovaire
        - *libre:* indépendant des verticilles concrescents (Lin, Lis).
        - *adhérent:* soudé aux — (Pommier).
  - Leur régularité
    - *Fleurs régulières : n* plans de symétrie (Lin, Lis).
    - *Fleurs irrégulières :* 1 plan de symétrie (Haricot) ou pas du tou

§ II. — DESCRIPTION D'UNE FLEUR. — DIAGRAMME.

Prenons comme type la fleur de Lin (fig. 357 et 358).

Au sommet du pédicelle sont étagés, de bas en haut, 4 verticilles formés chacun de 5 pièces florales :

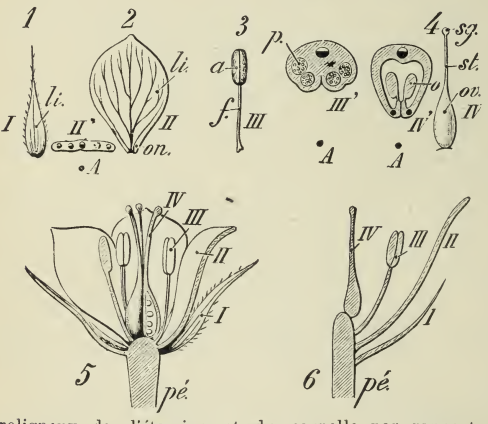


Fig. 358. — Fleur de Lin. 1,2,3,4, pièces florales indépendantes. — *I*, sépale. — *II*, pétale ; *li*, limbe ; *on*, onglet. — *II'*, coupe d'un pétale montrant les faisceaux libéroligneux avec bois orienté du côté de l'axe *A* du pédicelle. — *III*, étamine ; *f*, filet ; *a*, anthère. — *III'*, coupe de l'anthère montrant les 4 sacs polliniques *p*. — *IV*, carpelle ; *ov*, ovaire ; *st*, style, *sg* stigmate *IV'*, section de l'ovaire montrant les ovules, *o*.

Les coupes *III'* et *IV'* montrent aussi l'orientation des faisceaux libéroligneux de l'étamine et du carpelle par rapport à l'axe *A* du pédicelle (bois en dedans, liber en dehors). — 5, coupe de la fleur avec les verticilles floraux en place.

6, figure schématique montrant la superposition des verticilles : *I* (calice), *II* (corolle), *III* (androcée), *IV* (pistil).

1° Le **calice**, composé de lames vertes, *sépales* (1) ;

2° La **corolle**, formée de lames bleues, *pétales* (2) ;

3° L'**androcée**, formé d'*étamines* (3) ;

4° Le **pistil**, constitué par les *carpelles* (4), qui coiffent l'extrémité du pédicelle, *pé*.

Les sépales du calice *alternent* avec les pétales de la corolle, qui sont eux-mêmes placés entre les étamines de l'androcée ; chaque carpelle est disposé de même entre deux étamines.

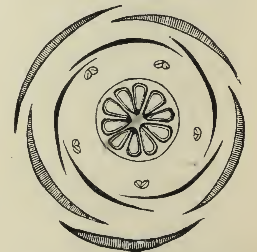


Fig. 359. — Diagramme de la fleur du Lin.

Diagramme. — Pour embrasser d'un coup d'œil une semblable disposition, on trace le *diagramme* de la fleur : on suppose, à cet effet, la fleur coupée par un plan transversal qui en rencontre toutes les pièces ; la section de cha-

cune d'elles est inscrite dans une figure théorique avec sa place, ses dimensions et ses rapports.

Les sépales et les pétales sont représentés par des croissants, les étamines par la section de leurs anthères, les carpelles par la coupe des ovaires correspondants.

Le diagramme de la fleur du Lin (fig. 359) a été ainsi obtenu.

Description des pièces florales. Leur origine foliaire. — Soit la fleur de Lin.

Sépale. — Un sépale (fig. 358) est une lame verte, *I*, analogue à une feuille; il est pourvu d'un limbe net, *li*, inséré directement sur le pédicelle, *pé* (6) : l'épiderme avec stomates, le parenchyme, les nervures et faisceaux libéroligneux y rappellent les caractères anatomiques de la feuille.

Pétale. — Le pétale, *II*, est une lame bleue composée d'un *limbe* étalé, *li*, et d'un *onglet* court, *on;* sa structure rappelle aussi les caractères de la feuille.

Étamine. — Cette pièce florale, *III*, comprend un *filet*, *f*, surmonté d'une *anthère*, *a*.

L'anthère est creusée de 4 cavités ou *sacs polliniques*, qui contiennent les grains de pollen, *p*, *III'*.

Le pollen est une poussière jaune qui se répand dans l'air, lorsque les sacs polliniques s'ouvrent à la maturité de l'anthère.

Carpelle. — Un carpelle, *IV*, présente à la base un sac appelé *ovaire*, *ov*, fixé au pédicelle, surmonté d'un *style*, *st*, et d'un *stigmate*, *sg;* la surface du stigmate, enduite d'un liquide sucré, est destinée à recueillir les grains de pollen.

L'ovaire contient des *ovules*, *o*, *IV'*, qui, fécondés par le pollen, donneront plus tard des graines.

Les pièces qui composent la fleur sont autant de feuilles modifiées.

La Pivoine de nos jardins, examinée de la base au sommet de la tige jusqu'à la fleur comprise, présente tous les passages entre la feuille composée de la base et le pétale.

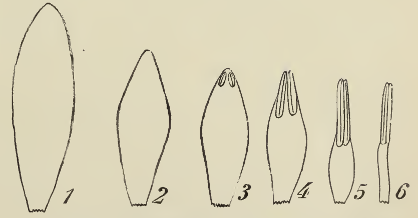


Fig. 360 — Nénuphar. Passage du pétale à l'étamine.

La fleur du Nénuphar blanc (fig. 360) présente une succession ininterrompue de formes, du sépale à l'étamine, etc. : c'est la *métamorphose progressive.*

Les *fleurs doubles* des horticulteurs résultent au contraire d'un arrêt de

développement des carpelles et des étamines qui demeurent à la forme pétale : c'est ce qu'on appelle la *métamorphose régressive*.

En résumé, une fleur est composée de pièces florales ayant toutes pour origine des feuilles modifiées. Les modifications, moins accusées chez les sépales et les pétales, sont plus profondes dans les étamines et les carpelles.

§ III. — ROLE DES VERTICILLES FLORAUX

Supposons un certain nombre de *fleurs identiques,* prêtes à s'épanouir. Supprimons : dans l'une d'elles, le calice ; dans une 2e, la corolle; dans une 3e, l'androcée ; dans une 4e, le pistil.

Les fleurs *dépourvues de calice ou de corolle,* abritées par une feuille de papier, donneront des graines (il en serait de même d'une fleur à laquelle on aurait enlevé calice et corolle à la fois).

La troisième fleur *pourra* donner des graines, si elle n'a pas été protégée contre les mouvements de l'air ou l'accès des insectes qui auront apporté du pollen sur le stigmate du pistil ; mais si une coiffe de papier la recouvre, la fleur se flétrira et mourra sans produire de graines.

Quelles que soient les précautions prises, la quatrième fleur, dépourvue de pistil, *mourra sans donner de graines.*

Le calice et la corolle sont des verticilles seulement **protecteurs** *des parties internes;* ils forment *le périanthe. L'androcée et le pistil sont les verticilles essentiels,* **reproducteurs**, *sans lesquels toute production de graines est impossible.*

		Verticilles		Feuilles modifiées.
Fleur	*Périanthe protecteur....*	Calice	composé de	sépales.
		Corolle	—	pétales.
	Appareil reproducteur.	Androcée	—	étamines.
		Pistil	—	carpelles.

§ IV. — CLASSIFICATION DES FLEURS

Nous envisagerons les fleurs au point de vue : 1° de leur symétrie; 2° du nombre des verticilles qui les composent; 3° des rapports qui existent entre les pièces composant chaque verticille considéré seul.

1° Symétrie de la fleur. — Une fleur est *régulière* quand elle possède plusieurs plans de symétrie (passant tous par son axe) :

la fleur de Lin en a 5 (fig. 359); la fleur d'Iris en a 3 (fig. 361).

Une fleur est *irrégulière* quand elle a un plan de symétrie ou qu'elle en est dépourvue : la fleur du Pois a une symétrie bilatérale (fig. 362 et 363).

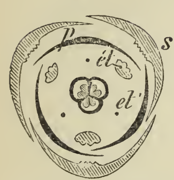


Fig. 361. — **Iridées.** — Diagramme de la fleur d'*Iris*. *s*, 3 sépales ; *p*, 3 pétales ; *et*, 3 étamines développées ; *ét'*, 3 étamines atrophiées ; 3 carpelles au centre.

2° Nombre des verticilles floraux. — (a). **Verticilles protecteurs.** — La plupart des fleurs possèdent un calice et une corolle ; elles sont *périanthées* [Lin, Pois, Pavot, Pomme de terre (fig. 364), Tabac (fig. 309)]. — Quand le périanthe manque, les fleurs sont *nues* [Saule, *Carex* (fig. 365)].



Fig. 362. — Fleur irrégulière du Pois

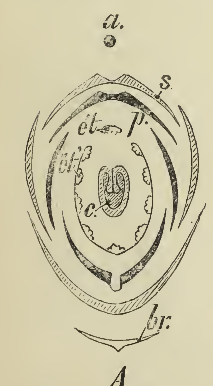


Fig 363. — Diagramme de la fleur du Pois. *s*, 5 sépales ; *p*. 5 pétales ; *ét*. étamine libre ; *ét'*, 9 étamines soudées ; *c*, carpelle ; *br*, bractée.

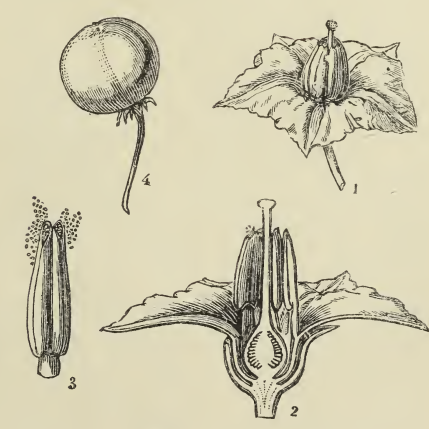


Fig. 364. — **Solanées** Pomme de terre 1. Fleur épanouie avec une corolle gamopétale ; 2, la même vue en coupe ; 3, étamine dont les sacs polliniques s'ouvrent au sommet ; 4, fruit (baie)

b). **Verticilles reproducteurs.** — Les fleurs qui renferment l'androcée et le pistil sont appelées *hermaphrodites* [Lin, Giroflée, Pavot, Pomme de terre, Avoine] ;

Elles sont *unisexuées* quand elles renferment : soit l'androcée (*fleur mâle*), soit le pistil (*fleur femelle*) [Carex (fig. 365), Maïs].

Si les fleurs unisexuées (mâles et femelles) sont portées sur la même plante, la plante est *monoïque :* Chêne (fig. 405); si une espèce végétale à fleurs unisexuées présente des pieds uniquement pourvus de fleurs mâles, et d'autres avec des fleurs femelles seulement, elle est dite *dioïque :* Chanvre (fig. 366).

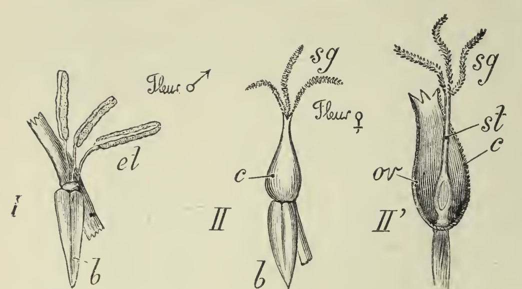


Fig. 365. — **Cypéracées.** *Carex glauca.* — *I*, fleur mâle avec 3 étamines. *II*, fleur femelle entourée d'une cupule. *c; st*, style ; *sg*, stigmate ; *b*, bractée

3° Liberté ou soudure des pièces composant un même verticille. — (a). **Verticilles protecteurs.** — Le calice est *dialysépale* quand les sépales sont libres [Lin (fig. 357)]. Il est *gamosépale* quand les sépales sont plus ou moins soudés entre eux [Pois (fig. 362), Tabac (fig. 309)].

La corolle est *dialypétale* quand les pétales sont libres [Lin, Rose]. Elle est *gamopétale* quand les pétales sont soudés [Pomme de terre (fig. 364), Tabac].



Fig. 366. — **Cannabinées.** Chanvre.

(b). **Verticilles reproducteurs.** — L'androcée est *dialystémone* quand les étamines sont libres [Lin, Œillet, Renoncule].

Il est *gamostémone* quand les étamines sont soudées.

La soudure des étamines a lieu : 1° *par les filets,* en 1 faisceau chez la Mauve, en 2 faisceaux chez le Haricot, le Pois [où 9 étamines sont réunies

et 1 libre sur 10, fig. 363]; 2° *par les anthères*, chez les Composées [Bleuet, Marguerite, Pissenlit].

Dans le pistil, les *carpelles sont indépendants* chez la Renoncule (fig. 367) et le Fraisier; ils sont généralement *soudés entre eux* chez le Lis, la Campanule (fig. 368), le Pavot.

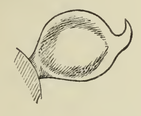


Fig. 367. — Carpelle de Renoncule (Fruit : akène).

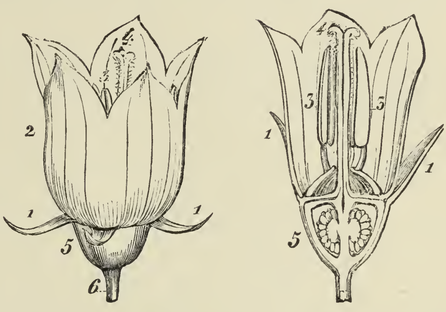


Fig. 368 — **Campanulacées**. Campanule. — 1, calice gamosépale. — 2, corolle gamopétale en cloche — 3, androcée — 4, 5, pistil (ovaire adhérent).

On appelle communément *ovaire, style et stigmate de la fleur* l'ensemble des ovaires, des styles et des stigmates plus ou moins soudés.

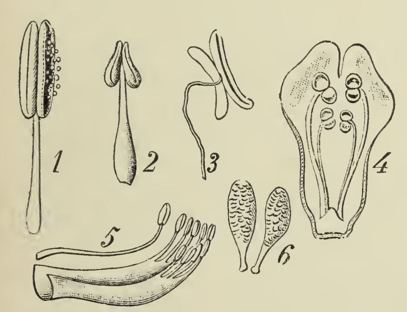


Fig. 369 — Étamines : 1, Iris. — 2, Liseron — 3. Blé. — 4, Muflier (étamines didynames). — 5. Androcée du Haricot (9 étamines soudées par leurs filets et 1 libre). — 6, Pollinides d'Orchidée.

L'ovaire est *libre*, quand il est inséré au-dessus des autres verticilles floraux dont il est indépendant [Pomme de terre, fig. 364].

L'ovaire est *adhérent*, quand sa paroi est soudée à la coupe formée par l'union des autres verticilles à leur base [Campanule].

§ V. — ANDROCÉE ET PISTIL

Androcée. — *L'androcée d'une fleur est l'ensemble de ses étamines.*

Étamine. — Une étamine se compose d'un *filet* surmonté d'une *anthère* généralement jaune (fig. 369).

Anthère. — Dans la plupart des fleurs, l'anthère est divisée, par un sillon longitudinal, en 2 moitiés appelées *loges*; les loges

sont plus ou moins distinctes et contiennent chacune 2 *sacs polliniques ;* ces sacs confondent, 2 à 2, leurs cavités en une seule, lorsque l'anthère mûre s'ouvre (*déhiscence*) pour laisser échapper le *pollen*.

Divers modes de déhiscence. — La déhiscence de l'anthère est le plus souvent *longitudinale*, c'est-à-dire que sur ses deux faces latérales apparaît une fente en long, fente commune à deux sacs polliniques voisins Iris, Liseron (fig. 369).

Pollen. — Le pollen est une poussière généralement jaune. Chaque grain (fig. 370) en est formé de 2 cellules à noyaux distincts, *N* et *n*, mais dont les protoplasmes sont confondus. Le plus souvent, le grain de pollen est enveloppé de 2 membranes : l'*exine, ex*, externe, pourvue de pores et d'épaississements en relief ; l'*intine, in*, interne et mince.

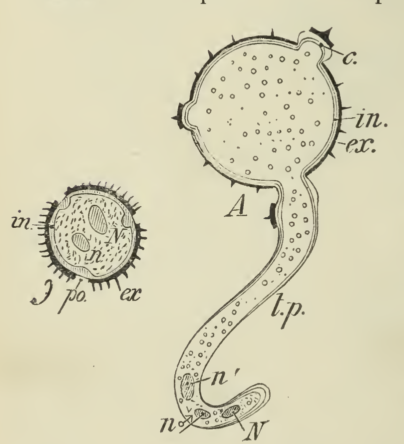


Fig. 370. — A gauche, grain de pollen ; *ex*, exine avec pores, *po*; *in*, intine. — A droite, germination du grain de pollen de Courge ; la réserve de cellulose, *c*, sert à la production du tube pollinique, *t.p*, dans lequel se sont engagés : 1° la cellule avec *noyau végétatif* N ; 2° la cellule *n* dont le noyau s'est dédoublé en *n*♂ et *n'*.

Au contact de l'air humide ou mieux d'un liquide sucré, *le grain de pollen germe* sous l'influence d'une douce chaleur : il absorbe de l'eau et pousse un *tube pollinique*, *t.p*, par l'un des pores de l'exine ; ce tube peut atteindre 1000 fois le diamètre du grain.

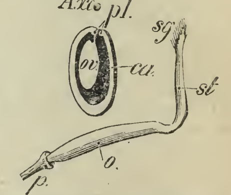


Fig. 371. — Carpelle du Haricot porté par le pédicelle *p.o*, ovaire ; *st*, style ; *sg*, stigmate. Au-dessus, section transversale de l'ovaire, coupant un ovule, *ov*, fixé sur le placenta, *pl*

Pistil. — *Le pistil d'une fleur est l'ensemble de ses carpelles.*

Carpelle. — Un carpelle se compose d'un *ovaire*, *o*, surmonté d'un *style*, *st*, et d'un *stigmate*, *sg* (fig. 371).

Tableau XVIII.

I. Des Verticilles reproducteurs.

Androcée.
- composé d'*étamines*
  - *Filet.*
  - *Anthère :* sacs polliniques [*Pollen*].
- **Pollen.**
  - Structure : 2 *cellules* confondues, mais à noyaux distincts, entourées d'une double membrane : *exine* (cutinisée), *intine* (mince).
  - *Germination* sur le stigmate du pistil [*tube pollinique*].

Pistil.
- composé de *carpelles: Ovaire* [ovules], *style* et *stigmate.*
- Disposition des *ovules* dans l'ovaire.
  - *Placentation axile:* ovules autour de l'axe de l'ovaire pluriloculaire.
  - *Placentation pariétale :* ovules sur les parois de l'ovaire uniloculaire.
- **Ovule** composé de 2 enveloppes (*primine* et *secondine*) entourant le *nucelle* [Sac embryonnaire avec *oosphère*].

Fécondation de l'ovule : 1° *pollinisation;* 2° *germination* du pollen sur le stigmate; 3° développement du *tube pollinique* à travers le style et l'ovaire; 4° *fusion* des noyaux du tube pollinique et de l'oosphère: **Œuf.** — *Noyau secondaire.*

II. Transformation de l'ovule en graine.

L'œuf se développe en *plantule;* le noyau secondaire donne l'*albumen.*

Graine
- Embryon : *Radicule* et *Tigelle* [*Cotylédons* latéraux, *gemmule* terminale].
- Réserves nutritives : *cotylédons ;* parfois *albumen.*

III. Transformation de l'ovaire en fruit.

Le **Fruit** est composé du *péricarpe* contenant les *graines.*

Classification
- Fruits à péricarpe
  - sec
    - indéhiscent (1 graine) : *Akène.*
    - déhiscent (*n* graines) : *Capsule.*
  - charnu
    - à noyau (1 graine) : *Drupe.*
    - à *n* graines (pépins) : *Baie.*

Germination de la graine.
- Conditions
  - internes : *Graine bien conformée, mûre,* etc.
  - externes : *Air, chaleur, humidité.*
- Phénomènes
  - morphologiques [Ricin, Haricot].
    - 1° Développt du syst. radiculaire (radicule).
    - 2° — de la tige hypocotylée (tigelle).
    - 3° Épanouissement des cotylédons.
    - 4° Développt de la tige épicotylée (gemmule).
  - physiologiques.
    - *Dégagement de chaleur.*
    - *Digestion des réserves*

Peu de fleurs ne renferment qu'un carpelle [Pois (fig. 311); Haricot; Fève]; la plupart des fleurs comprennent plusieurs carpelles libres ou soudés.

Une feuille carpellaire comme celle du Pois est totalement fermée sur elle-même; les ovules, *ov*, sont insérés sur les bords soudés de la feuille carpellaire formant le *placenta.*

Ovaire. — L'ovaire est un sac contenant des *ovules*, *ov*, insérés sur les bords de la feuille, *modifiée* et *repliée sur elle-même*, que représente le carpelle.



Fig. 372. — Sections transversales d'ovaires (*modes de placentation*).

I, Aconit : *placentation axile;* 3 carpelles clos, *ca*, soudés à la base, portent les ovules, *ov*, sur 3 placentas confondus en un seul qui continue l'axe du pédicelle.

I', les mêmes carpelles sont libres au sommet et les placentas séparés sont symétriquement disposés par rapport à l'axe A.

II. Violette : *placentation pariétale;* 3 carpelles non clos, *ca*, sont soudés 2 à 2 par leurs bords, et forment 3 placentas latéraux portant les ovules, *ov*.

Placentation. — (**a**). Quand les *carpelles* sont *libres*, comme chez la Renoncule, le Fraisier, etc., *le placenta* de chaque carpelle *est tourné du côté de l'axe de la fleur.*

(**b**). Quand les *carpelles* sont *soudés*, on distingue 2 modes de placentation : la *placentation axile* et la *placentation pariétale.*

Placentation axile. — On l'observe chez l'Aconit (fig. 372, I, I'); les 3 carpelles, *ca*, y forment autant de cavités indépendantes; les placentas, soudés entre eux, constituent une colonne centrale dont l'axe, *A*, est celui de la fleur ; *les ovules sont disposés autour de cet axe.* [On dit que l'Aconit a un *ovaire à plusieurs loges*.]

Placentation pariétale. — On l'observe chez la Violette (fig. 372, II); les 3 feuilles carpellaires, *ca*, n'y sont pas fermées complètement, mais soudées 2 à 2 par leurs bords qui forment les placentas ; alors *les ovules sont disposés sur la paroi latérale* suivant 3 directions longitudinales. [On dit que la Violette a un *ovaire à 1 loge*, puisque les cavités des carpelles se confondent en une seule.]

Fig. 373. — Ovule anatrope : *f*, funicule ; *h*, hile ; *p*, primine ; *s*, secondine; *ch*, chalaze; *n*, nucelle renfermant le sac embryonnaire, *se*. Dans le sac, on remarque : les synergides, *sy* (1,2), l'oosphère, *oo* (3), les cellules (4 et 5), les antipodes, *ant* (6, 7, 8)

Ovule. — L'ovule (fig. 373), attaché à la paroi de l'ovaire par un *funicule*, *f*, se compose d'un *nucelle*

central, *n*, enveloppé de 2 membranes : la *primine* externe, *p*, et la *secondine* interne, *s*.

Dans le nucelle est le *sac embryonnaire*, *s.e*, qui renferme une cellule importante appelée **oosphère**, *oo*.

Formation de l'œuf, origine d'une plante nouvelle. — L'**œuf** *est formé par l'union du grain de pollen avec l'oosphère.* Cette union exige que le pollen d'une fleur parvienne sur le stigmate de *la même fleur* ou d'*une fleur de même espèce;* ce résultat est obtenu : soit par la disposition naturelle de l'anthère au niveau du stigmate, soit grâce au concours du vent et surtout des Insectes attirés par l'odeur des fleurs et par la sécrétion sucrée (*nectar*) qu'elles produisent en abondance à cette époque.

Un grain de pollen, *p* (fig. 374), recueilli par le stigmate, *sg*, pousse un tube pollinique, à travers le style, *st*, jusqu'à l'ovule, *ov;* il féconde l'oosphère qui y est renfermé; celui-ci devient **un œuf.**

Dès lors, *l'***ovule** *grossit et se transforme en* **graine**; *l'***ovaire** *devient un* **fruit.**

Le style, le stigmate et les verticilles floraux extérieurs se flétrissent et disparaissent.

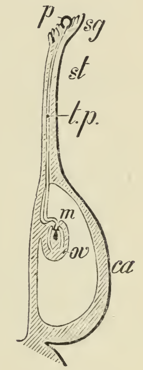


Fig. 374. — Le grain de pollen, *p*, germe sur le stigmate, *sg;* le tube pollinique, *t.p*, se nourrit aux dépens du tissu conducteur du style, *st*, et de l'ovaire, *ca;* il parvient au micropyle de l'ovule, *m*

EMPLOI DES FLEURS DANS L'ALIMENTATION ET DANS L'INDUSTRIE

Quelques **fleurs** sont utilisées comme **aliments**, avant leur complet épanouissement. Ce sont: le *Chou-fleur*, dont on mange les inflorescences et leurs pédoncules; le *Giroflier* dont les bourgeons floraux servent de condiment (clou de girofle) ; l'*Artichaut*, qui contient une réserve nutritive abondante dans le réceptacle du capitule et à la base des bractées de l'inflorescence.

On retire surtout des fleurs les **essences** utilisées en parfumerie.

Les principaux de ces produits sont: l'eau de fleurs d'oranger, les essences de néroli, de rose, d'héliotrope, de jasmin, de mimosa, de géranium, de réséda, etc.

Des **matières colorantes** se retirent des stigmates du *Safran*, des fleurs de *Carthame*, etc.

II. FRUIT

Le fruit provient du développement de l'ovaire.

La paroi de l'ovaire devient la paroi du fruit ou **péricarpe**; les ovules, contenus dans l'ovaire, donnent les **graines** renfermées dans le péricarpe du fruit.

§ I. — PÉRICARPE

Le péricarpe de la *Cerise* (fig. 375) comprend un parenchyme mou et épais, *m*, limité en dehors par un épicarpe mince et en dedans par un noyau, *n*, sclérifié et dur.

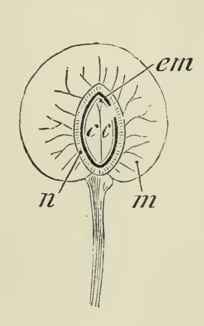


Fig. 375. — Coupe de Cerise. *m*, parenchyme mou; *n*, noyau renfermant la graine. *c.c*, cotylédons. *em*, embryon.

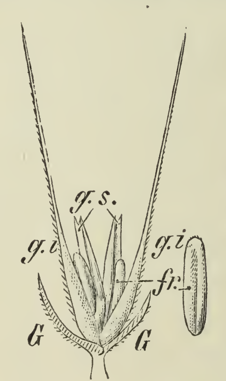


Fig. 376. — **Graminées.** épillet de Seigle avec 2 fleurs limitées par les glumelles, *g.s* et *g.i*. *fr*, fruit.

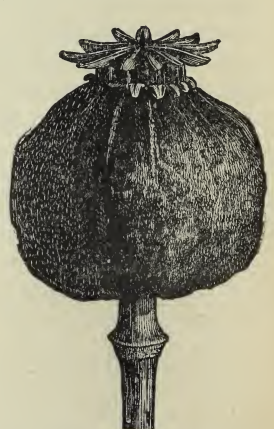


Fig. 377. — **Papavéracées** — Fruit du Pavot (capsule).

Diverses sortes de fruits. — Un **fruit** est **sec** quand le parenchyme de son péricarpe est mince et formé de cellules mortes.

On l'appelle :

Akène, quand il renferme 1 graine [Blé, Seigle (fig. 376)].

Capsule, quand il contient plusieurs graines [Pavot (fig. 377)].

Un **fruit** est **charnu** quand son parenchyme est bien développé. On l'appelle :

Baie, si le parenchyme est entièrement mou [Raisin];

Drupe, si le fruit possède un *noyau* [Cerise (fig. 375), Prune].

Le péricarpe des fruits charnus, parvenus à maturité, renferme des réserves nutritives variées (glucose, sucres, amidon, etc.), précieux pour l'alimentation de l'Homme et des animaux.

Parties accessoires du fruit. — Le fruit présente parfois d'autres parties, provenant d'organes de la fleur non atrophiés :

Le style est persistant chez la Clématite; il forme une aigrette plumeuse chez le Pissenlit.

Chez les plantes à ovaire adhérent, la paroi commune au périanthe et au pistil se développe pour former la paroi du fruit : Pommier, Poirier; au sommet de ces fruits est une couronne à dents flétries, entourant les étamines desséchées et la partie supérieure des carpelles.

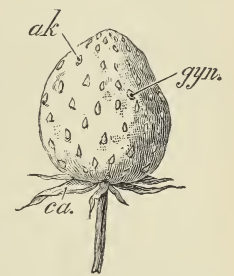


Fig. 378. — **Rosacées** — Fraise portant de nombreux akènes, *ak*, sur le gynophore, *gyn*.

Dans le Fraisier, le pédicelle floral se renfle à son sommet et forme le *gynophore*, *gyn* (fig. 378), qui supporte un grand nombre d'akènes.

Dissémination des graines. — Déhiscence des fruits. — Un fruit est *déhiscent* lorsqu'il s'ouvre à maturité pour mettre en liberté les graines.

La déhiscence ne s'observe guère chez les fruits charnus; elle n'est pas nécessaire chez les fruits secs à une seule graine; elle est générale chez les fruits secs à plusieurs graines.



Fig. 379. — Déhiscence des fruits : A, Déhiscence longitudinale *septicide* du follicule de la Pivoine. — B, Déhiscence septicide et *loculicide* de la gousse du Pois. — C, Déhiscence *septifrage* de la silique de Giroflée — D, D', Déhiscence transversale : Pyxide du Mouron rouge.

La dissémination des graines chez les fruits charnus est assurée le plus souvent par les animaux, friands de leur péricarpe sucré et comestible : Les Oiseaux, les Insectes, attaquent cerises, prunes, raisins, poires, dont ils laissent tomber les noyaux et les graines que le vent dissémine.

Chez les fruits secs à une graine, la dispersion de la graine se fait en même temps que celle du fruit. *L'akène,* pourvu d'aigrettes plumeuses

chez la Clématite et le Pissenlit, prolongé en une lame mince chez l'Érable, donne beaucoup de prise au vent.

Les fruits secs à plusieurs graines (capsules) s'ouvrent à maturité; leurs graines libres sont emportées par le vent.

La *déhiscence* de ces fruits (fig. 379) s'effectue : soit par des *fentes longitudinales* [Pivoine, *A ;* Haricot, *B ;* Giroflée, *C*], soit par des *fentes transversales* [Mouron rouge, *D, D'*], soit par des *pores* [Pavot, fig. 377].

Suivant leur mode de déhiscence, les capsules portent des noms différents : ainsi la capsule de la Pivoine et de l'Aconit est un *follicule* qui s'ouvre par une seule fente longitudinale (fig. 379, *A*) ; le fruit du Haricot et du Pois est une *gousse* s'ouvrant par 2 fentes longitudinales (*B*); celui de la Giroflée et de la Moutarde est une *silique* déhiscente par 4 fentes (*C* et fig. 355, *si'*).

§ 2. — GRAINE

La graine comprend un **tégument** et une **amande** (Voir page 253).

L'amande de la graine de Ricin (fig. 380, 2) se compose de la *plantule*.

La plantule est formée : de la *radicule, ra;* de la *tigelle, ti,* portant 2 *cotylédons* minces, *c;* de la *gemmule, g,* et d'une réserve nutritive externe abondante appelée *albumen, al.*

Fig. 380. — Coupes schématiques de graines : 1, Haricot ; 2, Ricin; 3, Blé — *i*, tégument; *f*, funicule; *m*, micropyle; *ra*, radicule; *ti*, tigelle; *g*, gemmule ; *c*, cotylédons; *al*, albumen.

Les graines pourvues de 2 *cotylédons* proviennent de plantes *dicotylédones* [Haricot, Lupin, Fève, Renoncule].

Les graines pourvues d'*un cotylédon* proviennent de plantes *monocotylédones* [Lis, Blé, Maïs].

Position et nature de la réserve nutritive. — La réserve nutritive est contenue surtout dans l'*albumen* chez la graine du Ricin *dont les cotylédons sont minces;* elle est contenue exclusivement dans les *cotylédons épais*, chez la graine de Lupin, de Pois, etc.

Suivant la composition chimique de la principale réserve nutritive de l'embryon, toujours unie à des grains d'*aleurone* abondants, on dit d'une manière générale que l'*albumen* est :

Farineux ou *amylacé*, quand il contient beaucoup d'amidon (Haricot, Pois, Fève, Blé);

Oléagineux ou *charnu*, quand il est riche en matières grasses (Ricin, Pavot, Colza).

Corné ou *cellulosique*, lorsque les membranes des cloisons de l'albumen sont très épaisses (Dattier).

Germination de la graine. — La graine est en état de *vie ralentie*, c'est-à-dire que ses échanges sont très faibles avec le milieu extérieur.

2 sortes de conditions sont nécessaires pour que sa vie devienne plus active, *pour qu'elle entre en germination.*

Les unes sont des conditions *internes* et dépendent de la graine même ; les autres sont *externes* et dépendent du milieu extérieur.

Conditions internes. — La graine doit être *bien conformée,* entièrement *mûre* et de *provenance assez récente.*

La *faculté germinative* que possède la graine ne se conserve pas indéfiniment, parce que ses réserves nutritives s'*altèrent* à la longue ; cette altération est plus rapide pour les graines oléagineuses que pour les graines amylacées : ces dernières peuvent germer plus de cent ans après leur récolte.

Conditions externes. — Une graine a besoin, pour germer, d'*eau*, d'*oxygène* et de *chaleur.*

1° *Eau.* La meilleure manière de conserver les graines est de les placer dans un compartiment bien sec, comme le font les grainetiers. — *Sans eau, la graine ne germe pas;* l'excès d'eau les fait pourrir.

2° *Oxygène.* L'oxygène est indispensable à la conservation des graines sèches; sa présence est donc nécessaire à celles qui germent.

Expérience : On dispose des grains de Blé ou d'Orge dans 2 longues éprouvettes A et B remplies de sable fin et humide, à une douce chaleur.

En A, les graines sont au fond de l'éprouvette sous une couche épaisse de sable : elles y pourrissent. — En B, les graines sont à 2 ou 3 centimètres de la surface : elles germent bien.

3° *Chaleur.* Les graines ensemencées par les grands froids *ne lèvent pas;* on fait les semailles au printemps ou à l'automne, quand la température est favorable à la germination.

Phases de la germination. — L'étude de la germination du Lupin (page 253) nous a montré que ce phénomène s'accomplit en 4 phases (fig. 381, A et *C*) :



Fig. 381. — Germination comparée : du Ricin, A ; du Maïs, B ; du Haricot, C ; de la Fève, D. — 4 phases successives dans la germination du Ricin (graine avec albumen) et du Haricot (graine sans albumen) : I, développement de la racine, *ra ;* II, allongement de la tige hypocotylée, *t.hyp ;* III, épanouissement des cotylédons, *c ;* IV, développement de la tige épicotylée, *t. ép.* — 2 phases seulement (I et IV) dans la germination du Maïs (graine avec albumen) et de la Fève (graine sans albumen)

1° *Allongement de la radicule en racine ;* 2° *allongement de la tigelle en tige hypocotylée* située au-dessous de l'insertion des cotylédons ; 3° *épanouissement des cotylédons et épuisement de la réserve nutritive* (albumen) ; 4° *allongement de la gemmule en tige épicotylée.*

Chez le Pois, le Blé, etc., la tige hypocotylée ne se développe pas et les cotylédons demeurent sous le sol (fig. 381, *B* et *D*).

La germination des graines est accompagnée : 1° d'une *active respiration* [oxygène absorbé, gaz carbonique dégagé] ; 2° d'un *grand dégagement de chaleur ;* 3° de la *digestion de l'albumen.*

Durée du développement d'un végétal. — Une plante est dite *annuelle* quand elle vit pendant une seule période de végétation : le grain de Blé, semé en automne, donne une plante qui mourra au mois d'août de l'année suivante.

Une plante est dite *bisannuelle*, quand elle dure 2 périodes de végétation : ainsi la graine de Betterave ou de Carotte accumule, pendant la 1re année, des réserves qu'elle utilisera la 2e année pour l'accroissement de sa tige, la production de fleurs, de fruits et de graines; puis elle mourra.

Une plante est *vivace* quand sa durée est de plus de 2 ans. Une telle plante fructifie à plusieurs reprises, comme nos arbres.

EMPLOI DES FRUITS ET DES GRAINES [ALIMENTATION, INDUSTRIE, MÉDECINE].

Fruits et graines alimentaires. — Les fruits à péricarpe charnu sont nombreux et les plantes qui les produisent sont l'objet d'une culture attentive de la part des arboriculteurs et des jardiniers; beaucoup de plantes donnant des fruits à péricarpe sec sont cultivées pour leurs graines. Les principaux arbres et arbrisseaux fruitiers sont : le Pommier, le Poirier, le Pêcher, l'Abricotier, le Prunier, le Cerisier, le Néflier, le Cognassier, le Châtaignier, l'Oranger, le Citronnier, le Bananier, le Groseillier, le Framboisier, la Vigne, dont on consomme les fruits sous des formes diverses.

L'Amandier, le Noyer, le Noisetier, nous sont aussi précieux pour leurs graines comestibles.

Parmi les plantes potagères dont nous mangeons les fruits, on peut signaler le Melon, le Potiron, le Concombre, la Tomate, l'Aubergine.

Le Fraisier est cultivé dans les jardins pour le réceptacle de ses fruits.

Les plantes cultivées pour leurs graines sont : diverses Légumineuses [Pois, Haricot, Lentille, Fève]; les Céréales [Blé, Seigle, Orge, Avoine, Sarrasin, Maïs, Riz], dont les graines sont consommées par les Oiseaux.

L'Homme retire des graines des Céréales la *farine* dont il fait du pain.

Les **produits industriels**, dérivés des fruits et des graines, sont très importants. — Le *vin*, le *cidre*, le *poiré* sont des *boissons alcooliques* dues à la fermentation du jus sucré extrait du raisin, de la pomme et de la poire; on retire, par distillation de ces boissons, des eaux-de-vie et alcools divers. — La *bière* est préparée avec le moût qui provient des grains d'Orge au début de leur germination ; le liquide sucré préparé avec ces grains est mis à fermenter, puis aromatisé avec des cônes de Houblon.

On retire des *huiles comestibles* du fruit de l'Olivier, des graines du Colza, du Noyer, du Pavot, de l'Arachide; les huiles extraites des graines du Lin, du Hêtre, de l'Amandier, sont utilisées pour la peinture, l'éclairage.

La graine du Cotonnier est couverte de nombreux *poils* dont on fait les tissus de coton.

La farine faite avec les graines du Lin et de la Moutarde noire est utilisée en médecine (cataplasmes et sinapismes); l'*opium*, suc épais qui s'écoule par des incisions de la capsule du Pavot somnifère, sert à l'extraction de 2 substances extrêmement vénéneuses, la *morphine* et la *codéine*, utilisées dans certaines préparations médicales.

ÉTUDE SOMMAIRE

DE LA PLANTE

Du mois d'avril jusqu'en octobre, on voit en abondance au bord des chemins et dans les champs la *Moutarde* (fig. 355) reconnaissable à ses fleurs jaunes.

Tout d'abord, un pied de Moutarde présente :

une **racine**, *r*, enfoncée dans le sol où elle puise de la nourriture à l'état liquide; une **tige**, *t*, avec des **feuilles** épanouies dans l'air où elles prennent aussi des gaz nutritifs.

Plus tard apparaissent, au sommet de la tige, des *fleurs* d'où proviendront des *fruits*, *si*, renfermant des graines, *si'*.

Une graine, semée en terre dans des conditions convenables, *germera* et donnera un nouveau pied de Moutarde.

Une plante comprend donc, en général, 3 *parties essentielles*, nécessaires à son développement et à son entretien :

une **racine**, une **tige**, des **feuilles**; ensuite elle forme des *parties accessoires* [*fleurs*, *fruits*, *graines*] nécessaires à sa reproduction.

I. Racine. — Sa constitution. — La racine est la partie souterraine de la plante (fig. 297).

Elle s'allonge par son extrémité que la *coiffe*, *c*, protège des frottements contre les pierres; au-dessus, elle porte des *poils absorbants*, *p.ab*, par lesquels elle puise dans la terre l'eau et les sels dont elle se nourrit ; au-dessus, on remarque les *radicelles*, *r. s*, qui forment avec la racine principale, *r.p*, le *chevelu* de la racine.

Diverses sortes de Racines. — Chez la Moutarde et le Lupin (fig. 287), la racine présente un *pivot*, *r.p*, beaucoup plus grand que les radicelles : on dit que ces plantes ont une **racine pivotante**.

[Ce pivot est très développé chez la Betterave, la Carotte, le Radis (fig. 298), qu'on appelle des *racines tuberculeuses*.]

La racine du Blé (fig. 299) *n'a pas de pivot;* un faisceau

de racines, toutes également importantes, se détache de la tige à sa base et forme un chevelu abondant : on dit que le Blé a une **racine fasciculée**. Il en est de même des autres Céréales.

Structure de la Racine. — Quand on détache avec un rasoir une mince tranche d'une racine, pour l'examiner au microscope (fig. 301 et 302), on y distingue 2 régions importantes :

l'une extérieure appelée *écorce*, *Ec*;

l'autre interne appelée *cylindre central*, *Cy.c.*

Dans le cylindre central, on remarque le *bois*, *b* et le *liber*, *l*, contenant des *vaisseaux*, *v;* ces vaisseaux sont les canaux par lesquels circule la sève dans la racine.

Fonctions de la Racine. — 1° *La racine* **fixe** *la plante au sol*, d'autant mieux qu'elle s'y enfonce plus profondément (racine pivoante).

2° *Par ses poils absorbants, elle* **puise dans le sol les substances nutritives** qui s'y trouvent en dissolution dans l'eau : le liquide absorbé forme la *sève brute* ou *sève ascendante*, qui monte vers la tige par les vaisseaux du bois.

3° Dans la racine s'accumulent parfois des **réserves nutritives**: la Betterave (*racine tuberculeuse*) contient du sucre que l'industrie en extrait pour notre consommation.

II. **Tige.** — **Sa constitution.** — La tige s'élève ordinairement dans l'air, s'y ramifie et porte des feuilles; elle forme le pivot aérien de la plante, dont la racine est le pivot souterrain.

La tige présente au sommet un *bourgeon terminal*, *b.t* (fig. 295), et des *bourgeons axillaires*, *b.ax*, dans les angles que forment les feuilles, *f*, avec la tige.

La tige s'allonge par le développement du bourgeon terminal ; chaque bourgeon axillaire donne de même un rameau, *r*, avec des feuilles et d'autres bourgeons.

Ainsi *une tige primitivement simple devient une tige ramifiée.*

Diverses sortes de Tiges. — Les tiges de la plupart des plantes sont dressées : Elles sont fortes, résistantes, comme celles de nos arbres (fig. 315); ou bien elles sont étroites et creuses en dedans comme la tige du Blé et des Graminées qui composent les prairies naturelles : on les appelle alors *chaume* (fig. 316).

Certaines tiges sont trop faibles pour se maintenir droites sans l'aide d'un support : ce sont des *tiges grimpantes*, comme

celle du Pois ou du Liseron (fig. 310); d'autres sont *rampantes* sur le sol, comme la tige du Fraisier (fig. 328, 12).

Structure de la Tige. — Une tige jeune de Haricot, par exemple, présente 3 parties à considérer (fig. 317) :

1° un *épiderme* extérieur, *ép*;

2° une *écorce*, *Ec*, moins épaisse que dans la racine et composée de cellules vertes;

3° un *cylindre central*, *Cy.c*, qui contient des *faisceaux libéro-ligneux*, *f*. Ces faisceaux résultent de l'ensemble des vaisseaux du *bois* et du *liber* qui servent à la circulation de la sève.

La tige de nos arbres présente une structure plus compliquée, due à la formation chaque année : 1° d'une *couche nouvelle de bois et de liber* dans le cylindre central; 2° d'une *couche nouvelle de liège* dans l'écorce (fig. 320).

Fonctions de la Tige. — 1° *La tige est le* **support** *de la partie aérienne de la plante.*

2° *Elle* **puise** *dans l'air* **les gaz** nécessaires à son développement [oxygène et gaz carbonique].

3° *Elle* **conduit**, *de la racine aux feuilles, la sève ascendante* absorbée par les racines dans le sol; elle conduit dans toutes les parties de la plante la *sève modifiée, élaborée* dans les feuilles.

4° Certaines tiges accumulent des **réserves nutritives** : ainsi les tubercules de Pomme de terre, gonflés de fécule, font partie de rameaux souterrains.

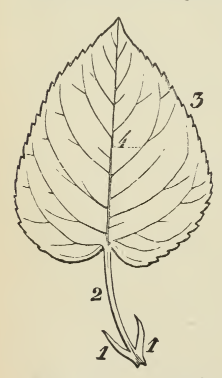


Fig. 382. — Feuille. 1, gaine avec stipules; 2, pétiole; 3, limbe; 4, nervure principale

1re année.

III. Feuille. — Sa Constitution. — La feuille est portée par la tige (fig. 382).

Elle comprend le *limbe* (3), lame verte que soutient le *pétiole* (2); une *gaine* relie la feuille à la tige; cette gaine est pourvue parfois de 2 languettes appelées *stipules* (1).

Le limbe est parcouru par un réseau de *nervures* qui donnent à la feuille un aspect variable.

Diverses sortes de Feuilles. — 1° Examinées au point de vue de la **disposition de leurs nervures** (fig. 331), les feuilles se distinguent en :

feuilles *uninerves* (1) qui ont 1 nervure longitudinale (Pin);

feuilles *rectinerves* (2) ayant plusieurs nervures principales parallèles (Lis, Muguet);

feuilles *penninerves* (3), avec 1 nervure médiane ramifiée latéralement en nervures moins importantes (Peuplier, fig. 328, 4);

feuilles *palminerves* (4), reconnaissables à ce que du pétiole partent plusieurs nervures principales ramifiées elles-mêmes (Vigne, Fraisier).

2° Examinées au point de vue de la **ramification du pétiole** (fig. 328), les feuilles se divisent en :

feuilles *simples* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) dont le pétiole n'est pas ramifié; la feuille comprend un seul limbe (Peuplier, Vigne);

feuilles *composées* (8, 13) dont le pétiole est ramifié; la feuille comprend alors plusieurs limbes [Frêne (8), Vigne vierge (13)].

3° Suivant la **découpure** plus ou moins profonde **du limbe,** la feuille est dite :

feuille *entière* (1, 2) quand le limbe n'est pas découpé (Buis);

feuille *dentée* (18) quand le bord du limbe présente de petites dents (Orme);

feuille *lobée* (5, 6, 7) quand la découpure est plus accentuée (Vigne, Érable).

Disposition des Feuilles sur la tige. — Quand les feuilles sont insérées sur la tige à des niveaux différents (fig. 328, 16 et 17), on les dit feuilles *alternes* (Orme, Chêne, Tabac, fig. 309);

Quand plusieurs feuilles sont insérées au même niveau sur la tige, on les dit feuilles *verticillées* (Lilas, Fuchsia, fig. 338).

[Si le verticille comprend 2 feuilles seulement, celles-ci sont appelées *feuilles opposées* (Lilas)].

Structure de la Feuille. — La feuille (fig. 335) est formée d'un *épiderme*, *ép*, entouré d'un parenchyme vert, *p.a*, où se ramifient les *faisceaux libéroligneux*, *f*. Ces faisceaux constituent les nervures.

L'épiderme présente, sur sa face inférieure surtout, des *stomates* (fig. 337); c'est principalement par les ouvertures de ces stomates, que la feuille échange des gaz avec l'air extérieur.

Le parenchyme vert est formé de cellules riches en un pigment vert appelé **chlorophylle,** qui joue un rôle de premier ordre dans la nutrition de la plante.

Fonctions de la Feuille. — La feuille remplit 3 fonctions principales : 1° elle **transpire**; 2° elle **respire**; 3° elle **s'assimile le carbone** contenu dans le gaz carbonique de l'air, sous l'influence de la chlorophylle.

1° *La feuille* **transpire**, c'est-à-dire qu'elle perd de la vapeur d'eau; elle concentre la sève brute, riche en eau, que lui amène la tige (expérience, fig. 341).

2° *La feuille* **respire**; elle absorbe de l'oxygène dans l'air et y rejette du gaz carbonique, *nuit et jour*.

3° *La feuille est le siège de l'***assimilation chlorophyllienne**, c'est-à-dire que, *à la lumière seulement, les feuilles* **vertes** *absorbent du gaz carbonique dans l'air, le décomposent, fixent le carbone dans leurs cellules et dégagent de l'oxygène* (expérience, fig. 342).

Les phénomènes qui s'accomplissent ainsi dans la feuille ont pour conséquence *la transformation de la sève ascendante* (composée d'eau et de sels minéraux en dissolution) *en une sève élaborée* épaisse, visqueuse, *très riche en matières organiques et minérales*.

La sève élaborée, distribuée dans toute l'étendue de la plante (fig. 344), sert à son entretien et au développement des parties jeunes (bourgeons, extrémité des racines).

IV. **Fleur. — Sa constitution.** — La fleur est un ensemble de feuilles modifiées d'où sortira le *fruit* qui contient les *graines*.

A l'aide des graines, la plante se reproduit et se multiplie sur la terre.

La fleur du Lin (fig. 357 et 358) présente 4 *verticilles*, c'est-à-dire 4 groupes de feuilles diversement modifiées.

Ces verticilles sont insérés à des niveaux différents, mais très rapprochés, au sommet du pédicelle qui porte la fleur (fig. 358, 6). — Ce sont, de dehors en dedans :

Le **calice** (I), verticille composé de 5 lames vertes appelées *sépales* (1);

La **corolle** (II), composée de 5 lames bleues appelées *pétales* (2);

L'**androcée** (III), composé de 5 feuilles plus modifiées, appelées *étamines* (3);

Le **pistil** (IV), composé de 5 autres feuilles très modifiées, appelées *carpelles* (4).

Le *sépale* (1) consiste seulement en un limbe.

Le *pétale* (2) est formé d'un limbe porté par un court onglet, *on*.

L'étamine (3) comprend un *filet*, *f*, portant une *anthère*, *a*; dans l'anthère se trouve une poussière jaune appelée *pollen*.

Le carpelle (4) présente, à la base, un sac appelé *ovaire*, *ov*, contenant des *ovules*, *o*, petits grains très importants; l'ovaire est surmonté d'un *style*, *st*, terminé par le *stigmate*, *st*, petite surface imprégnée d'une matière épaisse et sucrée.

Les pièces florales d'un verticille *alternent* avec les pièces du verticille qui le précède et du verticille qui le suit; toutes ces parties s'épanouissent sans se gêner.

Diverses sortes de Fleurs. — Une fleur est *régulière*, quand elle a plusieurs plans de symétrie (Lin, Lilas, fig. 309); elle est *irrégulière*, quand elle a un seul plan de symétrie (Pois, fig. 362; Violette, fig. 354).

Le calice est
- *dialysépale*, quand les sépales sont libres (Lin);
- *gamosépale*, quand les sépales sont soudés entre eux (Pois).

La corolle est
- *dialypétale*, quand les pétales sont libres (Lin, Giroflée, Pois);
- *gamopétale*, quand les pétales sont soudés entre eux (Pomme de terre, tabac).

Fonction de la Fleur. — Le calice et la corolle sont des **verticilles protecteurs**, abritant l'androcée et le pistil jusqu'au moment où le *pollen* des étamines et les *ovules* des carpelles sont *mûrs*.

L'androcée et le pistil sont des **verticilles reproducteurs**; sans ces verticilles, la fleur ne saurait donner de fruit et par suite de graines. — L'androcée est le verticille *mâle*; le pistil est le verticille *femelle*.

Quand la fleur s'ouvre, les étamines s'épanouissent à l'air, leurs anthères se déchirent et abandonnent le pollen (fig. 369) que le vent et les Insectes, en général, portent sur les stigmates des carpelles.

Chaque grain de pollen, se nourrissant de la matière sucrée qui imprègne le stigmate où il est fixé, pousse un tube pollinique (fig. 370 et 373). Ce tube pollinique, *t.p*, parvient, à travers le style, jusqu'à l'un des ovules que renferme

l'ovaire; il le *féconde; l'ovule se transforme en graine, tandis que l'ovaire devient un fruit.*

Les autres pièces florales, dont le rôle est terminé, se flétrissent et disparaissent ordinairement.

V. **Fruit et Graine**. — Le fruit de la Cerise, par exemple, comprend un *péricarpe* enveloppant une *graine.*

Le péricarpe comprend : la peau rouge, puis la partie comestible et sucrée, enfin le noyau.

La Cerise appartient aux **fruits charnus** appelés *drupes* (fruits charnus à noyau). Le Raisin, la Groseille sont des *baies* (fruits charnus sans noyau).

Le grain de Blé est un **fruit sec**, parce que son péricarpe est très mince; c'est un *akène* (fruit sec à 1 graine).

La gousse du Haricot est une *capsule* (fruit sec à plusieurs graines) qui s'ouvre à maturité pour permettre aux graines de se disséminer sur le sol.

Une graine (fig. 285) se compose d'un *tégument*, *tég*, et d'une *amande.*

Dans l'amande, on distingue une **plantule**, plante en miniature comprenant : 1° une *radicule, ra;* 2° une *tigelle, ti,* portant 2 *cotylédons, co,* qui sont des feuilles gorgées de matière nutritive; 3° une *gemmule, ge,* qui est le bourgeon terminal de la plantule.

Germination de la graine. — Placée dans un sol *humide* et *aéré,* à une *température* convenable, la graine *germe* et donne une plante nouvelle (fig. 285 à 287).

Sa radicule s'allonge et devient la *racine;* la tigelle et la gemmule forment la *tige* et les *feuilles.*

Ce développement a lieu aux dépens des cotylédons qui nourrissent la plantule, jusqu'au moment où elle aura acquis une racine et des feuilles capables de puiser directement, dans le sol et dans l'air, les éléments nécessaires à la jeune plante.

Durée d'un Végétal. — Un grand nombre de plantes ne fleurissent et ne fructifient qu'une fois, puis meurent.

Elles sont dites *annuelles,* quand elles durent une seule période de végétation : le Blé, semé au printemps, se développe, forme un épi au sommet de sa tige, fleurit, fructifie et meurt au mois de juillet de la même année.

Les plantes sont dites *bisannuelles*, quand elles durent 2 périodes de végétation : la Betterave gonfle sa racine de sucre pendant la première année, passe l'hiver et, l'année suivante seulement, elle fleurit, fructifie et meurt.

Les plantes annuelles et bisannuelles sont des **plantes herbacées**, en général.

Toutes les plantes qui durent plus de 2 périodes de végétation sont *vivaces*; ce sont des **plantes ligneuses**, en général.

Nos arbres appartiennent à cette catégorie; leur tige s'épaissit d'année en année et forme le bois propre à des usages multiples.

La Pomme de terre est aussi une plante vivace, mais non comparable à nos arbres : en effet, un tubercule donne une plante avec de nouveaux tubercules. Cette plante meurt tout entière, sauf ses tubercules qui formeront d'autres plantes avec tubercules l'année suivante, et ainsi de suite indéfiniment.

CLASSIFICATIONS BOTANIQUES

Des groupes adoptés en classification. — Une classification des plantes est nécessaire pour faciliter leur étude.

Nous ne saurions que répéter, à ce sujet, ce que nous avons dit à propos de la nécessité d'une classification des animaux (page 133).

Les groupes adoptés en Botanique sont aussi les mêmes qu'en Zoologie : *espèce*, *genre*, *famille*, *ordre*, *classe*, *embranchement*, *règne*.

L'*espèce* végétale se définit de la même manière que l'espèce animale.

La dénomination d'une plante comprend également deux mots : un nom de *genre* et un qualificatif d'*espèce :*

Ainsi la Moutarde des champs s'appelle **Sinapis** *arvensis* [*Sinapis*, désignation du genre ; *arvensis*, désignation de l'espèce].

GRANDES DIVISIONS DU RÈGNE VÉGÉTAL

1° *PHANÉROGAMES*. — On appelle *Phanérogame toute plante pourvue d'une* **racine**, *d'une* **tige** et *de* **feuilles** *; elle porte des* **fleurs** à un moment donné de son existence ; de ces fleurs proviennent les *fruits* et les *graines* qui servent à la reproduction de la plante.

Le Lupin, le Haricot, le Rosier, la Renoncule, le Blé, le Pin sont des Phanérogames.

1re, 3e années.

2° *CRYPTOGAMES VASCULAIRES.* — *Une Cryptogame est une plante* **sans fleurs** *qui se reproduit par* **œufs** *ou par* **spores.**

On appelle *Cryptogame vasculaire toute plante qui comprend une* **racine,** *une* **tige** *et des* **feuilles.**

Par ses racines, la plante puise dans le sol la sève qui monte vers la tige et les feuilles par des *vaisseaux;* d'où sa dénomination de plante *vasculaire.*

Les Fougères de nos forêts (fig. 418), les Prêles abondantes dans les prairies humides, sont des Cryptogames vasculaires.

3° *MUSCINÉES.* — On appelle *Muscinée toute plante pourvue d'une* **tige** *et de* **feuilles** : telles sont les Mousses dont la tige est maintenue au sol par des poils faisant office de crampons (fig. 420).

4° *THALLOPHYTES.* — On nomme *Thallophyte toute plante comprenant un* **thalle,** c'est-à-dire un corps végétatif non différencié.

Il est impossible d'y reconnaître la structure d'une racine, d'une tige ou de feuilles.

Les Algues développées dans les eaux stagnantes ou sur les rochers dans la mer (fig. 383), les Champignons (fig. 345), qui envahissent les matières en décomposition, sont des Thallophytes.



Fig. 383. — **Algues.** — *Lomentaria articulata.*

		Embranchements	
Végétaux à fleurs, pourvus de Racine, Tige, Feuilles....		**Phanérogames**	[Haricot].
Végétaux sans fleurs : **Cryptogames**	avec Racine, Tige, Feuilles.	**Cryptogames vasculaires.**	[Fougères].
	O , Tige, Feuilles.	**Muscinées**	[Mousses].
	avec un thalle..	**Thallophytes**	[Champignons].

I. EMBRANCHEMENT DES PHANÉROGAMES

Les Phanérogames sont pourvues d'une racine, *d'une* tige *et de* feuilles; *tôt ou tard y apparaissent des* fleurs *d'où proviennent des fruits et des graines.*

Division des Phanérogames en groupes naturels. — Parmi les Phanérogames, on distingue 2 **classes** :

1° Les **GYMNOSPERMES**, chez lesquelles *la feuille carpellaire non fermée porte* **à nu** *les ovules, ov,* puis les graines. Ex. : *Sapin* (fig. 416).

2° Les **ANGIOSPERMES**, dont les carpelles forment des *ovaires clos* **abritant** *les ovules,* puis les graines. Ex. : Lin, Pois, etc.

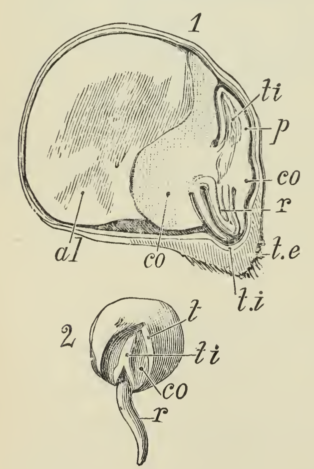


Fig. 384. — Fruit du Maïs vu en coupe : *t.e*, tégument du fruit; *t.i*, tégument de la graine; *r*, radicule; *ti*, tigelle surmontée de la gemmule; *co*, cotylédon coiffant la tigelle *p* et formant un manchon autour de la radicule; *al*, albumen

1re, 3e années.

Division des Angiospermes. — Cette classe se divise en 2 *sous-classes*, basées sur le nombre des cotylédons que renferme la graine chez les plantes qui y sont rangées; ce sont :

A. Les **MONOCOTYLÉDONES** dont la graine possède 1 *cotylédon :* Ex. : Blé, Maïs (fig. 384).

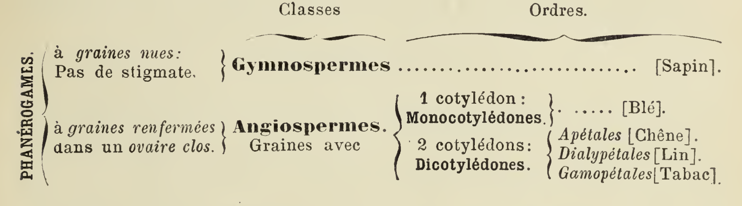
B. Les **DICOTYLÉDONES** dont la graine renferme 2 *cotylédons :* Ex. : Lupin (fig. 285 et 286), Pois, Ricin.

Division des Dicotylédones. — Les **DICOTYLÉDONES** comprennent 3 ordres fondés sur l'absence ou la présence d'une corolle et, dans ce dernier cas, sur la liberté ou la soudure des pétales de la corolle; ce sont :

(*a*). Les **Apétales**, dépourvues de corolle : Ex. : Chêne fig. 405), Chanvre (fig. 368);

(*b*). Les **Dialypétales**, pourvues d'une corolle à pétales libres : Ex. : Rose, Lin, Pois;

(*c*). Les **Gamopétales**, pourvues d'une corolle à pétales soudés : Ex. : Pomme de terre, Pissenlit.



Classes — Ordres.

PHANÉROGAMES.
- à *graines nues* : Pas de stigmate. — **Gymnospermes** .... [Sapin].
- à *graines renfermées dans un ovaire clos.* — **Angiospermes.** Graines avec
  - 1 cotylédon : **Monocotylédones.** ...... [Blé].
  - 2 cotylédons : **Dicotylédones.**
    - *Apétales* [Chêne].
    - *Dialypétales* [Lin].
    - *Gamopétales* [Tabac].

Analyse des plantes [Mode d'emploi d'une flore]. — *Analyser, déterminer* une plante, c'est chercher son nom et le groupe auquel elle appartient dans la classification végétale, en se basant sur ses caractères.

Il faut, pour une détermination précise, avoir autant que possible un échantillon *complet* [avec racine, tige, feuilles, fleurs et fruits pour les Phanérogames qu'on analyse le plus souvent]. Dans le cas des grandes espèces, on en recueille une ou plusieurs branches avec feuilles, fleurs et fruits.

Il vaut mieux analyser de suite la plante, quand on le peut; on se sert à cet effet d'une *flore*.

La *flore* est une *clef dichotomique* qui conduit peu à peu le chercheur au nom de la plante qu'il étudie, en le mettant dans l'obligation de choisir entre 2 caractères opposés.

Soit à analyser la Moutarde des champs (fig. 355), d'après une flore telle que celle de MM. Bonnier et de Layens.

On lit, dans le tableau général, au début de l'ouvrage :

- (1) Plante ayant des fleurs.
  - (3) Étamines et pistils sur la même plante.
    - (5) Fleurs non réunies en capitule.
      - (7) Fleurs avec calice et corolle.
        - (9) Corolle non papilionacée.
          - (11) Pétales libres entre eux...... Section A.
          - (12) Pétales soudés entre eux [rejeté].
        - (10) Corolle papilionacée [rejeté].
      - (8) Fleurs à 1 enveloppe florale [rejeté].
    - (6) Fleurs réunies en capitule [rejeté].
  - (4) Toutes les fleurs sans pistils, ou toutes les fleurs sans étamines [rejeté].
- (2) Plante sans fleurs [caractère non applicable, rejeté].

On se reporte alors à la section A de la page indiquée, où l'on trouve un nouveau tableau :

- (1) Fleur ayant plus de 12 étamines [rejeté].
- (2) Fleur ayant moins de 12 étamines
  - (3) Calice à sépales séparés, non soudés à l'ovaire.
    - (5) Pistil à carpelles libres [rejeté].
    - (6) Pistil à carpelles soudés en 1 seul ovaire
      - (7) Fleurs irrégulières [rejeté].
      - (8) Fleurs régulières
        - 6 étamines dont 2 plus courtes; 4 sépales, 4 pétales........ **Crucifères.**
  - (4) Calice à sépales soudés [rejeté].

La page 15 est indiquée à côté du mot **Crucifères** (nom de la famille de la Moutarde). On se rend à cette page; nouveau tableau :

- (1) Fruit au moins 4 fois plus long que large
  - (3) Fleurs franchement jaunes
    - (5) Fleurs entières ou dentées
      - (7) Plante sans poils [rejeté].
      - (8) Plante poilue
        - (9) Sépales dressés [rejeté].
        - (10) Sépales ± étalés
          - (11) Feuilles inférieures en pointe [rejeté].
          - (12) Feuilles infér. non en pointe. **Sinapis.**
      - (6) Feuilles profondément divisées [rejeté].
    - (4) Fleurs blanches, jaunâtres, roses, violettes ou rougeâtres [rejeté].
- (2) Fruit moins de 4 fois plus long que large [rejeté].

A la page 21 indiquée à côté du mot « **Sinapis** » (nom latin du genre), on trouvera de même les indications qui permettront de déterminer l'espèce « *arvensis* » à laquelle appartient notre plante.

Au-dessous est le nom français « Moutarde des champs».

Récolte, préparation et conservation des échantillons. Formation des herbiers. — Nous avons vu qu'il faut recueillir, autant que possible, des échantillons complets, dans le cours d'une promenade botanique ou *herborisation*.

Les plantes récoltées, non humides de pluie ou de rosée, sont placées entre les feuillets d'un cahier fait avec du papier fort et collé, comme le papier jaune dont on se sert pour les emballages; les échantillons y sont placés avec quelque soin (feuilles étalées, fleurs non superposées et non couvertes par les feuilles ou les rameaux). Après l'herborisation, on dispose chez soi les plantes recueillies entre des feuillets d'un gros papier gris non collé, en les étalant mieux encore et en leur conservant autant que possible leur port naturel; on sépare les feuillets contenant les plantes par d'autres feuillets doubles ou quadruples; la pile est soumise à une pression assez régulière pour que les plantes s'aplatissent et se dessèchent sans s'écraser. Tous les jours, puis de moins en moins souvent, on change les échantillons de papier jusqu'à dessiccation complète.

On forme un *herbier* en groupant les plantes par familles, ordres et classes, conformément aux indications de la flore.

§ 1. CLASSE DES ANGIOSPERMES

Plantes dont les ovules sont renfermés dans un ovaire clos.

A. DICOTYLÉDONES

Angiospermes dont les graines renferment 2 cotylédons.

I. DICOTYLÉDONES DIALYPÉTALES

Plantes dont les fleurs ont une corolle à pétales libres.

			Familles.
Dialypétales.	Étamines insérées sur le pédicelle de la fleur.	Placentation pariétale. 6 étamines....	*Crucifères* [Moutarde].
		Placentation axile. Nombreuses étamines......	*Renonculacées* [Renoncule].
	Étamines insérées sur la gorge du calice.	Ovaire libre. Fleurs irrégulières.....	*Papilionacées* [Pois].
		Ovaire libre ou adhérent. Fleurs régulières	*Rosacées* [Ronce].
		Ovaire adhérent. Fleurs disposées en ombelles	*Ombellifères* [Carotte].

Famille des Crucifères. — *Plantes dicotylédones dialypétales, à fleurs régulières comprenant : 4 sépales, 4 pétales libres et* **disposés en croix**, 6 *étamines tétradynames,* 2 *carpelles soudés. Le fruit est une capsule appelée silique.*

Prenons comme type de cette nombreuse famille la **Moutarde des champs** (fig. 356), dont nous avons fait l'analyse détaillée (page 345).

Très commune dans les champs et sur les bords des chemins, la Moutarde est une plante *annuelle* [qui dure une période de végétation, d'avril à octobre].

Elle atteint de 30 à 70 centimètres de haut. Sa **tige** dressée, couverte de poils, porte des **feuilles** simples et dentées (feuilles *penninerves*) ; elle est terminée par une *grappe* de **fleurs** (1 à 7, fig. 356).

La **fleur** comprend :

1° Un calice, *ca*, formé de 4 sépales libres (*calice dialysépale*)

[les sépales sont jaunes et étalés lorsque la fleur est épanouie];

2° Une corolle, *co*, formée de 4 pétales libres (*corolle dialypétale*) [les pétales jaunes *en croix alternent* avec les sépales du calice];

3° Un androcée formé de 6 étamines dont 4 grandes et 2 petites (*étamines tétradynames*);

4° Un pistil formé de 2 carpelles soudés, entourés par les étamines.

La fleur, pourvue d'un androcée et d'un pistil, est une *fleur hermaphrodite* [Diagramme, fig. 385].

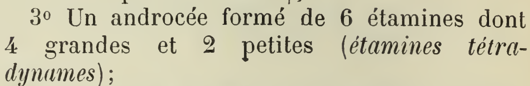


Fig. 385. — **Crucifères.** — Diagramme de la fleur.

Le **fruit** est une capsule allongée appelée *silique, si*, qui s'ouvre à maturité par 2 valves détachées de bas en haut, *si'*.

Les graines sont disposées sur les bords d'un cadre (fig. 379, *C*); elles n'ont pas d'albumen.

On retire une huile à brûler de la graine de la *Moutarde des champs*, ainsi que de celle de la *Moutarde noire;* la farine de Moutarde noire est employée pour faire des sinapismes.

Les principales Crucifères utiles sont : le *Chou*, dont on mange les feuilles, les bourgeons (chou de Bruxelles), l'inflorescence (chou-fleur), etc.; le *Navet*, le *Colza* dont les graines donnent une huile employée à l'éclairage et à la préparation des savons; le *Radis* rose et noir; le *Cresson* usité comme condiment et antiscorbutique; le *Raifort*, le *Cochlearia*, dont on fait des préparations stimulantes en pharmacie; le *Pastel* dont les feuilles sèches, pulvérisées et additionnées d'eau, forment une pâte qui fermente à l'air et s'enrichit en matière colorante bleue; la *Giroflée* ornementale (fig. 386).



Fig. 386. — **Crucifères.** Giroflée

La famille des **Violariées** comprend la *Violette*, dont les fleurs irrégulières répandent un parfum suave et sont employées en infusions comme émollientes, expectorantes.

La *Pensée* (fig. 354) est une plante ornementale.

La famille des **Papavéracées** a pour type le *Pavot*, le *Coquelicot* aux fleurs rouges, si répandu dans notre pays (fig. 387).

La **fleur** du Pavot comprend : 1° un calice à 2 sépales qui tombent lorsque la corolle s'épanouit (*sépales caducs*); 2° une corolle dialypétale

formée de 4 pétales chiffonnés; 3° un androcée comptant de nombreuses étamines; 4° un pistil formé d'un ovaire pluriloculaire, sur les cloisons duquel sont insérés les ovules.

Le **fruit** du Pavot est une capsule (fig. 377), qui s'ouvre à maturité par des pores abrités sous une sorte de chapeau (*déhiscence poricide*); ce chapeau est dû aux stigmates soudés.

En Chine, on fait des incisions aux capsules vertes du Pavot somnifère; il s'en écoule du latex qui s'épaissit : c'est l'*opium*. Ce produit renferme des poisons violents (*morphine*, etc.), employés à faible dose comme médicaments.

On retire aussi des graines de Pavot l'*huile d'œillette*, blanche et comestible.



Fig. 387. — **Papavéracées. Pavot.**

Famille des Renonculacées. — *Plantes dicotylédones dialypétales, dont les fleurs possèdent de nombreuses étamines libres, indépendantes du calice et de la corolle.*

Fig. 388. — **Renonculacées.** Renoncule âcre. Feuilles; fleurs en bouton et épanouies; akène libre en bas.

De nombreuses espèces appartiennent à cette famille.

La **Renoncule** *âcre* ou Bouton d'or (fig. 388) est une plante *vivace*, très commune dans les prés et les bois.

Sa **tige** herbacée, haute de $0^m,80$ parfois, porte des **feuilles** sans stipules, profondément découpées.

La **fleur** comprend : 1° un calice jaune à 5 sépales libres;

2° une corolle d'un jaune doré à 5 pétales libres [chaque pétale porte à sa base un petit godet rempli de *nectar*, liquide sucré];

3° un androcée formé de nombreuses *étamines libres;*

4° un pistil avec beaucoup de *carpelles distincts* [chaque carpelle renferme 1 ovule et se termine par un stigmate crochu].

Le **fruit** consiste en un groupe d'*akènes* distincts (fig. 366), portés à l'extrémité du pédicelle floral.

La *graine* contenue dans l'akène est pourvue d'albumen.

Les Renoncules sont en général vénéneuses : cette propriété est due aux principes âcres qu'elles sécrètent. Ce sont de mauvaises herbes dans les prairies ; les animaux se refusent à les manger.

Il faut éviter de les mâcher par distraction.

L'*Adonis*, l'*Hellébore* (Rose de Noël), avec ses pétales en forme de cornet, l'*Aconit* aux fleurs irrégulières, la *Pivoine* des jardins, l'*Anémone* et la *Clématite* au calice coloré et dépourvues de corolle, sont autant de Renonculacées ornementales.

La racine d'Aconit et l'Hellébore renferment des poisons violents utilisés avec grande prudence en médecine. La Clématite est irritante ; ses feuilles peuvent déterminer l'ulcération de la peau.

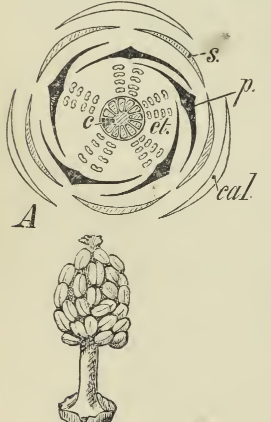


Fig. 389.—**Malvacées.** Mauve. — A, diagramme de la fleur. *cal*, calicule ; *s*, sépale ; *p*, pétale ; *ét*, étamine ; *c*, carpelle. — C, androcée montrant les filets des étamines soudés en un faisceau autour du style (étamines monadelphes).

Les **Malvacées** se distinguent des Renonculacées par leurs *étamines à filets soudés* en un tube autour du pistil (*étamines monadelphes*, fig. 389).

On y range : la *Mauve* et la *Guimauve* dont les feuilles et les fleurs, riches en mucilage, sont utilisées en infusions émollientes ; le *Cotonnier* dont la graine, hérissée de poils, nous fournit le coton (Indes).

Comme genres voisins, citons : le *Tilleul*, grand arbre d'ornement, dont les fibres libériennes servent à faire des cordages et dont les fleurs, riches en mucilage, sont employées en infusions ; le *Cacaoyer* du Brésil dont la graine, appelée *cacao*, sert à préparer le chocolat.

Les **Linées** nous sont connues par les caractères de leurs fleurs régulières. Nous avons pris, comme type de fleur, la fleur bleue du *Lin* (fig. 357 et 358).

Cultivé dans les régions froides (Nord de la France, Allemagne, Russie), le Lin est une plante annuelle dont la tige, soumise au rouissage, donne des *fibres textiles* très fines pour le linge de luxe. On extrait de sa graine une *huile siccative* employée pour la préparation de l'encre d'imprimerie, des vernis, etc. Avec la *farine de lin*, due à la mouture de la graine, on fait des cataplasmes.

1re, 3e années.

A la famille des **Ampélidées** appartiennent la *Vigne*, dont la culture est particulièrement importante en France dans le Centre et le Midi [2 millions d'hectares].

La Vigne est une *plante ligneuse* et vivace (*cep*), qu'on multiplie par marcottes (provignage) et par boutures dans les terrains légers, secs, bien exposés aux rayons solaires.

Elle pousse, au printemps, des sarments avec des feuilles palminerves et des vrilles; en mai-juin, apparaissent les grappes de **fleurs** petites, avec 5 sépales et 5 pétales, les *étamines, opposées aux pétales*, soulèvent la corolle comme un capuchon et la font tomber en s'épanouissant.

Le **fruit** charnu est une *baie*, remplie d'un liquide sucré à la maturité qui survient en août-septembre.

Le raisin mûr est vendangé ; on en fait le *vin*.

Veut-on obtenir du vin blanc, on exprime de suite le jus du raisin et on le laisse fermenter seul. Si on désire du vin rouge, le jus est abandonné à la fermentation au contact des débris de la grappe, car la pellicule des grains renferme une matière colorante rouge, insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool. La levure de bière, toujours abondante à ce moment sur les grains, transforme le sucre en alcool; *le jus sucré devient le vin*.

Par la distillation du vin, on obtient de l'*alcool;* en distillant le marc de raisin, on prépare les *eaux-de-vie ;* avec le vin, on peut aussi obtenir du *vinaigre*.

La France récolte environ 30 millions d'hectolitres par an.

Malheureusement, la Vigne est attaquée par beaucoup de parasites animaux et végétaux: le *Phylloxera*, l'*Eumolpe* ou écrivain, l'*Altise*, la *Pyrale*, etc., parmi les animaux ; l'*Oïdium*, l'*Anthracnose*, le *Pourridié*, le *Black rot*, le *Mildiou*, parmi les champignons.

Familles des Légumineuses papilionacées. — *Plantes généralement herbacées. Fleurs irrégulières présentant une corolle papilionacée.*

Cette famille renferme un nombre considérable d'espèces des plus utiles pour la plupart.

Soit le **Pois** (fig. 311) cultivé dans les jardins. C'est une plante herbacée, pourvue d'une racine pivotante, et d'une **tige** grêle, grimpante à l'aide de **feuilles** *composées alternes*, dont les folioles terminales sont transformées en *vrilles;* à la base de chaque feuille sont 2 stipules très développées.

FIG. 390. **Légumineuses.** Fleur irrégulière du Pois.

La **fleur** (fig. 390) a une symétrie bilatérale (*fleur irrégulière*). Elle se compose : 1° d'un calice à 5 sépales soudés (*calice gamosépale*) ;

1re, 3e années.

2° d'une corolle irrégulière à 5 pétales libres (*corolle dialypétale*); 3° d'un androcée avec 10 étamines portées par la gorge du calice [9 étamines sont soudées par leurs filets, la 10e est libre (*étamines diadelphes*), fig. 369, 5]; 4° d'un pistil avec un seul carpelle (fig. 371 et 363).

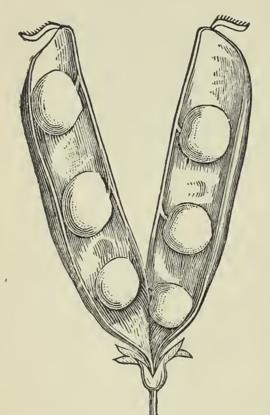


Fig. 391. — Gousse du Pois.

La corolle *papilionacée* comprend :
l'*étendard*, pétale supérieur très développé ;
2 *ailes*, pétales latéraux recouverts en partie par l'étendard;
la *carène*, formée de 2 pétales inférieurs soudés en avant et recouverts en partie par les ailes.

Le **fruit** sec est une capsule appelée *gousse*, qui s'ouvre à la maturité en 2 valves (fig. 319 et 379, *B*), pour laisser échapper les *graines* sans albumen et pourvues de 2 gros cotylédons.

Les graines du Pois servent à notre alimentation, soit à l'état frais, soit à l'état sec (pois cassés, purée).

Les autres Légumineuses précieuses pour l'alimentation de l'Homme ou des animaux sont: la *Lentille*, la *Vesce*, cultivées pour leurs graines et comme fourrage vert; la *Fève*, le *Haricot*, avec de gros cotylédons riches en matière nutritive [nous mangeons aussi les gousses vertes de diverses variétés du Haricot]; la *Luzerne*, le *Mélilot*, le *Trèfle* (fig. 392), le *Sainfoin* qui sont autant de plantes fourragères excellentes ; le *Lupin*, cultivé à la fois comme fourrage et comme engrais vert; le *Réglisse*, dont le rhizome contient une matière sucrée.

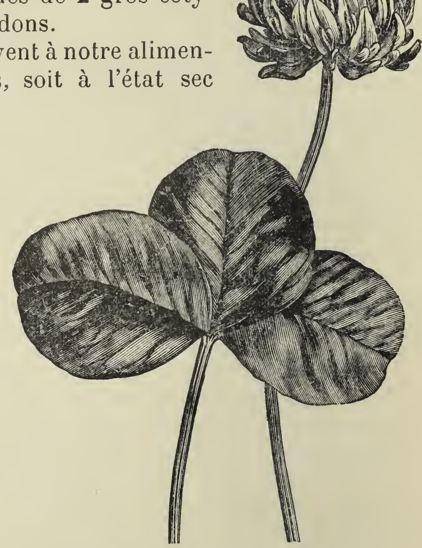


Fig. 392. — **Légumineuses.** Trèfle blanc.

Parmi les Légumineuses importantes au point de vue industriel, signalons: l'*Indigotier* cultivé dans l'Inde, la Chine et l'Afrique tropicale, à

cause de la matière bleue développée dans ses feuilles soumises à la fermentation ; le *bois de Campêche*, arbre qui fournit une matière colorante pour la teinture en noir et en violet (Amérique) ; l'*Acacia*, arbre du Sénégal auquel on fait des lésions par où s'écoule la gomme arabique [cette gomme sert à fabriquer des liqueurs, apprêter les soiries, préparer des couleurs à l'aquarelle, etc.] ; le *bois de Rose* et le *Palissandre* utilisés en ébénisterie.

Les Légumineuses ornementales sont : le *Robinier* (Faux-Acacia) dont les fleurs blanches dégagent une odeur suave dans les parcs et les avenues ; le *Baguenaudier*, arbre à fleurs jaunes et à gousses énormes ; le *Sophora*, qui atteint 12 à 15 mètres de haut dans les parcs dont il fait la parure ; certaines espèces de *Lupin* très odoriférantes.

Famille des Rosacées. — *Plantes herbacées ou arborescentes, à feuilles stipulées ; fleurs régulières avec un calice, en forme de plateau ou de coupe, qui porte de nombreuses étamines.*

Fig. 393. — **Rosacées.** Ronce frutescente. Grappe composée. A gauche, coupe longitudinale d'une fleur dont la corolle est déjà tombée ; *s*, sépales du calice ; *ét*, étamines de l'androcée ; *ca*, carpelles du pistil ; *ca'*, un fruit détaché et coupé en *ca''* pour montrer la graine.

Prenons comme type la **Ronce,** très commune dans les haies et les bois (fig. 393).

La Ronce est un arbrisseau atteignant jusqu'à 4 mètres de hauteur.

Sa **tige**, *t*, est armée de piquants et porte des **feuilles** *composées pennées*, pourvues de stipules, *st;* elle se termine par une *grappe* de fleurs.

La **fleur** comprend : 1° un calice dont les sépales, *s*, sont soudés sur la moitié de leur longueur (*calice gamosépale*) ;

2° une *corolle dialypétale dont les pétales* à onglet court *sont portés par le calice;*

3° un androcée dont les nombreuses étamines, *ét,* libres entre elles, sont aussi insérées sur le calice ;

4° un pistil formé de nombreux carpelles distincts, *ca*, portés par un gynophore, prolongement du pédicelle floral.

Le **fruit** *composé* résulte de l'association des *drupes* (fruits charnus à noyau) qui proviennent de la transformation des carpelles après leur fécondation.

[On appelle improprement ce fruit une mûre sauvage.]

La *graine* ne renferme pas d'albumen.

Les Rosacées comprennent de nombreuses espèces: les unes herbacées, les autres arborescentes, qui nous sont utiles, soit par leur fruit ou leur graine comestibles, soit par leur bois.

La Ronce fait partie de la tribu des **Fragariées** ainsi que : le *Framboisier,* arbrisseau aux fruits comestibles (la *framboise* est un fruit composé de drupes); le *Fraisier*, herbe vivace dont le rhizome émet des stolons (fig. 328, 12). Le Fraisier donne la *fraise* comestible (fig. 378) qui consiste en un gynophore gorgé de sucre, *gyn*, qui porte de nombreux fruits secs (akènes, *ak*).

A la tribu des **Amygdalées** appartiennent : l'*Amandier,* arbre de 5 à 6 mètres dont le fruit est une drupe veloutée avec une graine comestible;

le *Pêcher*, arbre à feuilles longues et lancéolées, avec fleurs rouges purgatives; son fruit est la *pêche*, grosse drupe succulente finement veloutée dont le noyau est creusé de sillons ; la graine en est amère;

l'*Abricotier*, petit arbre à larges feuilles cordiformes et à fleurs roses qui fournit l'*abricot,* drupe veloutée et succulente à noyau lisse;

le *Prunier* cultivé dont le fruit appelé *prune* est une drupe glabre, à noyau généralement lisse ; les prunes sont consommées soit à l'état frais, soit en conserves (pruneaux);

le *Cerisier* qui nous offre de nombreuses variétés (Merisier, Guigne, Bigarreau, etc.). La Cerise est une drupe à noyau lisse (fig. 375). Le bois de Sainte-Lucie est une variété ornementale dont le bois est odorant et sert à faire des tuyaux de pipe ; les queues de Cerises et les feuilles du Laurier-cerise développent de l'acide cyanhydrique au contact de l'eau; on les emploie comme diurétique et calmant.

Le fruit est *nu* chez toutes les espèces qui précèdent; il est *enveloppé* par le calice en forme de coupe chez les Rosacées qui suivent:

Le *Rosier* est un arbrisseau sarmenteux armé d'aiguillons; le *Rosier sauvage* ou *Églantier* sert à faire des haies vives ; les horticulteurs en ont obtenu des variétés, remarquables par la beauté et le parfum de leurs fleurs.

On prépare en pharmacie l'essence et l'eau de roses avec les pétales de la Rose de Provins, de Damas, etc.

Les principales espèces de la tribu des **Pirées** sont :

le *Poirier*, à feuilles ovales longuement pétiolées, velues dans le jeune âge ; le fruit en est la *poire;*

le *Pommier* (fig. 394) à feuilles ovales, velues dans le jeune âge et encore sur la face inférieure dans l'âge adulte ; le fruit en est la *pomme;*

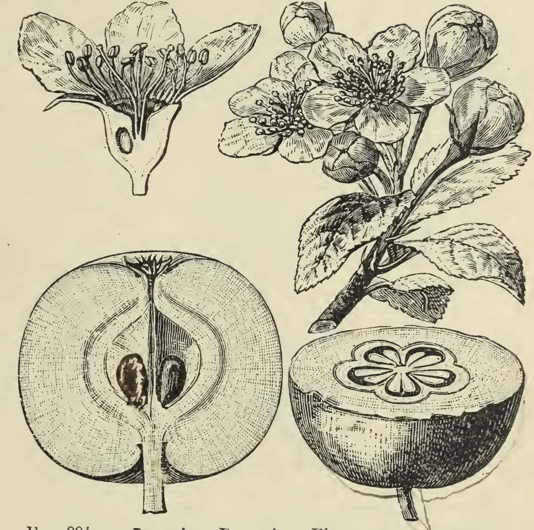


Fig. 394. — Rosacées. Pommier. Fleur vue en coupe pour montrer l'insertion des pétales et des étamines sur la gorge de la coupe formée par le calice; dans cette coupe sont les 5 carpelles soudés au calice. Fruit vu en coupes longitudinale et transversale.

le *Néflier*, dont le fruit est la *nèfle*, qui présente à sa partie supérieure un disque entouré de sépales persistants.

le *Cognassier* peu cultivé, dont le gros fruit renferme des graines à tégument mucilagineux; ce fruit sert à préparer des compotes.

le *Sorbier* qui est un arbre ornemental.

L'*Épine blanche* est commune dans les haies et sur la lisière des bois; son bois dur sert à confectionner des bâtis de machines, des outils, etc.

Fig. 395. — Saxifragacées. Groseillier à grappes.

Parmi les **Ribésiées**, voisines des Rosacées, on range le *Groseillier* (fig. 395) aux fleurs régulières, qui présente diverses espèces utiles : le Groseillier à grappes (baies rouges ou blanches), le Groseillier à maquereau, le Groseillier noir qui sert à faire le *cassis*. D'autres espèces sont ornementales.

Famille des Ombellifères. — *Plantes aromatiques herbacées, à feuilles alternes sans stipules, mais pourvues d'une large gaine. Petites fleurs régulières ou irrégulières disposées en* **ombelle**. *Ovaire adhérent.*

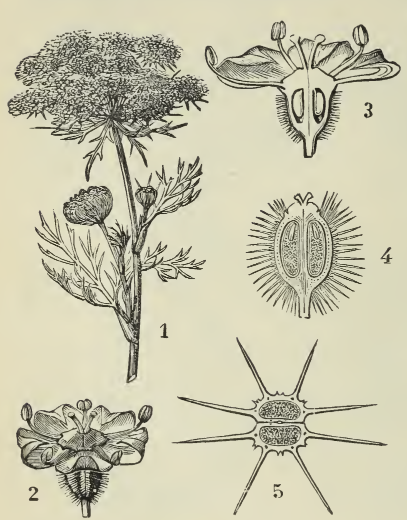


Fig. 396. — **Ombellifères**. Carotte commune. — 1, inflorescence en ombelle. — 2, fleur isolée — 3, coupe d'une fleur. — 4 et 5, fruit en coupes longitudinale et transversale.

La **Carotte** en est le type le mieux connu et le plus apprécié dans nos campagnes (fig. 396).

C'est une *plante bisannuelle* dont la **racine** charnue développée la première année a pris, par la culture, une grande extension.

La **tige** dressée se développe l'année suivante ; elle porte des **feuilles** très découpées, pourvues d'une large gaine à la base ; la tige et ses rameaux se terminent par de petites fleurs blanches groupées en *ombelles composées* (fig. 397) ; chaque ombelle porte à sa base un *involucre* de bractées, 1.

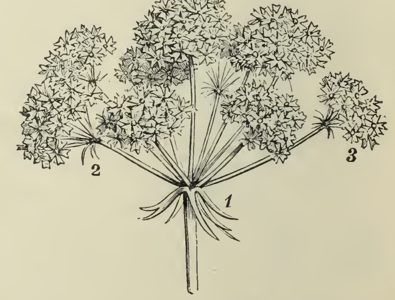


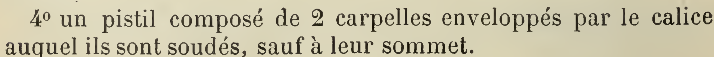
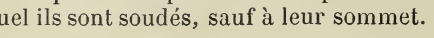
Fig. 397. — Fleurs en ombelle. 1, involucre ; 2, involucelles ; 3, ombellule.

La **fleur**, en général irrégulière (fig. 396, 2, 3), comprend :

1° un calice gamosépale dont les 5 sépales sont soudés, sauf à leur pointe, et portent les autres verticilles ;

2° une corolle formée de 5 pétales libres ;

3° un androcée de 5 étamines ;

4° un pistil composé de 2 carpelles enveloppés par le calice auquel ils sont soudés, sauf à leur sommet.

1re, 3e années.

Le **fruit** (4, 5), hérissé de piquants, est formé de 2 akènes soudés dont chaque graine renferme un abondant albumen.

La Carotte commune est répandue dans les prairies et les pâturages ; elle donne un excellent fourrage.

La racine de la Carotte blanche sert à l'alimentation des Bœufs, des Chevaux et des Moutons ; celle de la Carotte rouge, cultivée dans les jardins, est riche en sucre ; nous la mangeons après l'avoir fait cuire.

Parmi les Ombellifères comestibles, on range : le *Céleri*, dont on consomme jusqu'en février la racine et les feuilles blanchies par la conservation dans le sable frais des caves ; le *Persil* et le *Cerfeuil*, dont les feuilles servent comme condiment ; l'*Angélique* et le *Fenouil*, dont les jeunes tiges sont consommées après cuisson ; le *Panais*.

On prépare des essences et des liqueurs diverses avec le fruit de l'*Anis* (anisette), du *Carvi* (kümmel), etc.

L'écorce de la racine charnue de *Thapsia* donne une résine qui sert à faire des emplâtres ; la *Ciguë*, abondante dans les décombres, est très vénéneuse et employée en médecine.

La famille des **Cucurbitacées** présente des fleurs dont la corolle est souvent gamopétale et nous fait passer des Dicotylédones dialypétales aux gamopétales.

On y range le genre *Courge* (avec ses espèces : le Potiron, la Citrouille) et le genre *Concombre* (avec ses espèces : le Concombre, le Cornichon, le Melon, etc.). Les fruits en sont comestibles ; aussi cultive-t-on ces diverses espèces, suivant leur fragilité, dans les champs ou sur plates-bandes dans les jardins.

II. DICOTYLÉDONES GAMOPÉTALES

Plantes dont les fleurs ont une corolle à **pétales soudés.**

Gamopétales	Ovaire libre.	Fleurs régulières......	*Solanées* [Pomme de terre].
		Fleurs irrégulières....	*Labiées* [Lamier].
	Ovaire adhérent. Étamines soudées par leurs anthères.. .		*Composées* [Pissenlit].

Famille des Solanées. — *Plantes ou arbrisseaux à feuilles alternes, sans stipules ; fleurs régulières à corolle gamopétale.*

Soit la **Pomme de terre** ou **Morelle tubéreuse** (fig. 364).

Cette plante herbacée est cultivée en France depuis un siècle seulement. Elle possède une **racine** pivotante, une **tige** avec de nombreux bourgeons ; grâce au buttage (page 264), les bourgeons de la base donnent, pendant l'été, des rameaux souterrains

qui se couvrent de tubercules riches en fécule ; les **feuilles**, profondément divisées, alternent le long de la tige qui se termine par une grappe de fleurs.

La **fleur**, blanche ou violette, comprend : 1° un *calice gamosépale*, dont les 5 sépales soudés forment une sorte de cloche ;



Fig. 398. — Diagramme de la fleur de Pomme de terre.

2° Une *corolle gamopétale* (fig. 364, 1) à 5 pétales, longuement soudés ;

3° Un androcée de 5 étamines, soudées à la corolle par leur filet le long des lignes de soudure des pétales [l'anthère mûre s'ouvre à son sommet pour laisser échapper le pollen, fig. 365, 3] ;

4° Le pistil, libre au centre de la fleur, formé de 2 carpelles soudés renfermant un grand nombre d'ovules (voir le diagramme, fig. 398).

Le **fruit** charnu est une *baie non comestible*, avec des *graines* à albumen.

La Pomme de terre est une *plante vivace*, parce qu'elle se multiplie à l'aide de ses tubercules (fig. 313), tandis que toutes les autres parties de la plante meurent à la fin de l'été.

Chaque tubercule, mis dans le sol au printemps, pousse autant de tiges qu'il possède de bourgeons (*yeux*) ; à la base de chacune de ces tiges se développent de nombreuses racines adventives qui nourrissent la nouvelle plante, à mesure que s'épuise la réserve du tubercule.



Fig. 399. — **Solanées**. Belladone. Fleurs et fruits dont l'un est vu en coupe.

A côté de la Pomme de terre, se placent : l'*Aubergine* et la *Tomate*, dont les baies sont comestibles ; le *Piment*, dont la baie est employée comme condiment.

La *Belladone* (fig. 399), quelquefois cultivée pour l'ornement, renferme un poison très violent (*atropine*) ; son fruit est une baie noire, semblable à une cerise, mais *vénéneuse* (on la distingue de la cerise en ce qu'*elle est toujours pourvue du calice persistant*).

Le *Tabac* est une Solanée (fig. 309), dont les feuilles servent à fabriquer le tabac et à extraire la *nicotine*, poison très violent.

1re, 3e années.

Les **Borraginées** diffèrent des Solanées par la présence de 4 graines au lieu d'un grand nombre dans le fruit.

Elle comprend : la *Bourrache*, herbe velue commune dans nos jardins, reconnaissable à ses belles fleurs bleues, à sa corolle en roue (les fleurs servent à préparer des tisanes); la grande *Consoude*, répandue dans nos prairies, pourvue d'une corolle tubuleuse (sa racine, riche en mucilage, est employée comme émolliente); le *Myosotis*, aux jolies petites fleurs bleues.

Les **Convolvulacées** se distinguent des Borraginées par leur tige volubile.

Les principaux genres en sont : le *Liseron* (fig. 310), commun dans les champs avec sa corolle en entonnoir, dont certaines variétés sont ornementales; la *Patate*, dont la racine tuberculeuse peut être consommée comme la Pomme de terre; la *Cuscute* (fig. 346), mauvaise herbe sans chlorophylle, parasite de la Luzerne, du Trèfle, etc.

Les **Scrofulariées** diffèrent des Solanées par leur corolle irrégulière et la présence de 4 étamines seulement; le pistil contient beaucoup d'ovules et le fruit un grand nombre de graines.

Cette famille comprend : la *Linaire* avec ses nombreuses espèces communes dans les champs (en particulier, la Linaire vulgaire, avec ses grappes de fleurs jaunes dont la corolle se prolonge par un long éperon à sa base); le *Muflier* ou Gueule de loup, cultivé pour l'ornement des jardins; la *Digitale*, avec ses longues grappes de fleurs rouges, plante vénéneuse dont on extrait la *digitaline;* le *Rhinanthe* (fig. 347) et le *Mélampyre*, parasites sur les racines des Graminées.

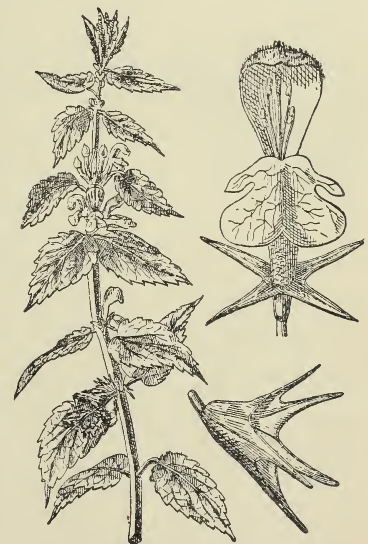


Fig. 400. — Labiées. Lamier blanc.

Famille des Labiées. — *Plantes herbacées dont la tige a une section carrée; feuilles opposées, simples et sans stipules; fleurs irrégulières, renfermant 4 étamines didynames; fruit formé de 4 akènes.*

Soit le **Lamier** blanc (fig. 400), plante vivace commune dans les endroits incultes, d'avril en octobre.

La **tige** a une section carrée et porte des **feuilles** simples, dentées et opposées ; 2 verticilles successifs de feuilles sont disposés en croix. Aux points d'insertion des feuilles supérieures sont des groupes de fleurs blanches.

La **fleur**, symétrique par rapport à un plan, comprend :

1° Un *calice gamosépale* à 5 dents ;

2° Une *corolle gamopétale* bilabiée, c'est-à-dire formant 2 lèvres, dont l'une est étalée et l'autre relevée en forme de capuchon ;

3° Un androcée composé de 4 étamines, dont 2 grandes et 2 petites (*étamines didynames*, fig. 369) ;

4° Un pistil formé de 2 carpelles avec 4 ovules.

Le **fruit**, logé au fond de la gorge de la fleur, consiste en 4 akènes pressés les uns contre les autres.

La *graine* n'a pas d'albumen.

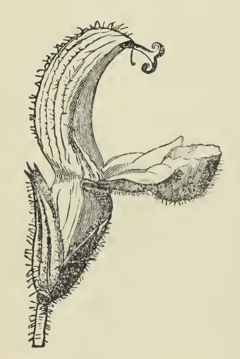


Fig 401. — Labiées. Sauge.

Les Labiées diffèrent : des Borraginées, par leur fleur irrégulière ; des Scrofulariées, par le nombre de leurs graines.

Cette famille comprend de nombreuses espèces, la plupart agréables par leurs parfums dont on fait des essences.

On y range : la *Lavande*, les *Menthes ;* le *Thym* et le *Serpolet* très répandus sur le bord des chemins, dans les endroits secs, etc. ; on les cultive comme bordures dans les jardins ; la *Mélisse*, le *Romarin*, la *Sauge* très commune avec ses grandes fleurs bleues (fig. 401), etc.

A la famille des **Rubiacées**, remarquable par des feuilles stipulées et l'ovaire adhérent, appartiennent : la *Garance* dont la racine fournit l'*alizarine*, matière colorante rouge ; la *Reine des bois*, à petites fleurs blanches très odorantes ; le *Caféier* cultivé dans les pays chauds, dont les graines torréfiées, puis broyées et infusées dans l'eau, donnent le *café* tonique ; le *Quinquina* dont l'écorce renferme la *quinine*, employée pour combattre la fièvre.

Famille des Composées. — *Plantes herbacées en général, à feuilles sans stipules. Fleurs rassemblées en un capitule entouré d'un involucre de bractées. Les* **étamines** *de la fleur sont* **soudées par leurs anthères** *en un tube entourant le style.*

1re, 3e années.

Prenons le **Pissenlit** comme type de cette famille (fig. 402). C'est une plante vivace des endroits incultes, abondante le long des chemins. Sa **tige** courte porte une rosette de **feuilles** plus ou moins dentées, étalée sur le sol.

Le pédicelle floral est terminé par un plateau sur lequel sont insérées les fleurs jaunes, entourées de bractées vertes. Cet ensemble forme un *capitule* (1, 2).

Chaque **fleur** (3) se compose :

1° d'un calice, prolongé par une aigrette de soies;

2° d'une *corolle gamopétale*, formant d'abord un tube, puis étalée en une languette latérale, dentée à son extrémité ;

3° d'un androcée avec 5 étamines, dont les filets sont indépendants et les *anthères soudées les unes aux autres* en un tube qui entoure le style ;

Fig. 402. — **Composées.** Pissenlit. — 1, capitule de fleurs épanouies. — 3, l'une d'elles détachée montre le calice formé par une aigrette, la corolle gamopétale irrégulière, les étamines soudées par leurs anthères en un tube autour du style que surmonte le stigmate. — 4, fruit indépendant. — 5, ensemble des fruits mûrs fixés sur le pédicelle.

4° d'un ovaire prolongé par un long style et un stigmate bifide.

Le **fruit** est un *akène* (4), prolongé par un long bec terminé lui-même par une aigrette de poils qui favorisent sa dissémination. L'ensemble de ces fruits, hérissant le réceptacle du capitule (5), forme ce que les enfants appellent vulgairement une chandelle ; quand ils soufflent dessus, tous les fruits se détachent et volent dans l'air.

Toutes les fleurs du *Pissenlit* sont identiques et irrégulières, leur corolle se développe en une languette latérale : on l'appelle *corolle ligulée.*



Fig. 403. — **Composées**. Centaurée : capitule. A droite, fleur détachée. — 5, aigrette. — 1, corolle gamopétale. — 3, androcée dont les étamines sont soudées par leurs anthères. — 4, stigmate du pistil.

Dans la *Centaurée* (fig. 403), toutes les fleurs sont régulières ; leur corolle forme un tube terminé par 5 dents ; on l'appelle *corolle tubuleuse.*

Dans la *Marguerite*, l'*Arnica* (fig. 404), les fleurs du centre sont tubuleuses (2), celles de la périphérie du capitule sont ligulées (3); le capitule est dit *radié.*

Les principales **Liguliflores** sont : la *Chicorée,* le *Pissenlit,* la *Laitue,* que l'on mange en salade; le *Salsifis* et la *Scorzonère,* dont on consomme les racines cuites.

Parmi les **Tubuliflores,** on range l'*Artichaut,* dont la base des bractées et le réceptacle charnu du capitule sont comestibles ; le *Cardon,* la *Centaurée* et le *Bleuet ;* le *Carthame,* dont les fleurs servent à l'extraction d'une matière colorante.

Parmi les **Radiées** : la *Pâquerette* commune, le grand *Soleil,* le *Dahlia,* la *Marguerite,* la *Chrysanthème* sont des plantes ornementales. Signalons parmi les espèces d'*Armoise :* l'*Estragon,* dont les feuilles aromatiques servent comme condiment, l'*Absinthe* avec laquelle on compose des *liqueurs alcooliques abrutissantes dont il faut éviter de faire usage.*

L'*Arnica* est une plante stimulante ; avec ses fleurs on prépare une teinture employée pour guérir les contusions.

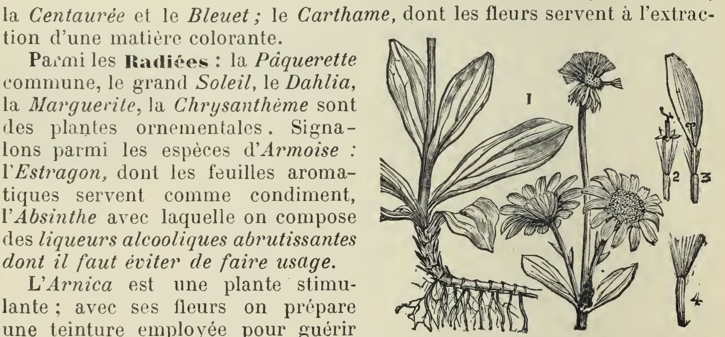


Fig. 404. — **Composées.** *Arnica montana.*

III. DICOTYLÉDONES APÉTALES.

Plantes dont les fleurs sont **dépourvues de corolle.**

Famille des Amentacées. — *Fleurs unisexuées, à périanthe nul ou peu net en général.*

Le **Chêne** (fig. 405) est l'un des arbres les plus grands de cette importante famille.

Sa **tige** est très ramifiée ; ses **feuilles**, pourvues de lobes

arrondis, sont alternes; elles se *dessèchent* à l'automne, demeurent sur l'arbre et tombent au printemps suivant.

Les **fleurs** sont *unisexuées* (les unes, renfermant l'androcée, sont dites *fleurs mâles ;* les autres, renfermant le pistil, sont dites *fleurs femelles*). — Les 2 sortes de fleurs sont portées sur le même pied : le Chêne est donc *monoïque.*

Les fleurs mâles (*B* et *D*) sont disposées en *grappes* pendantes (*A*, ♂) ; les fleurs femelles (*C*, *E*), sont en *épi* dressé de 4 à

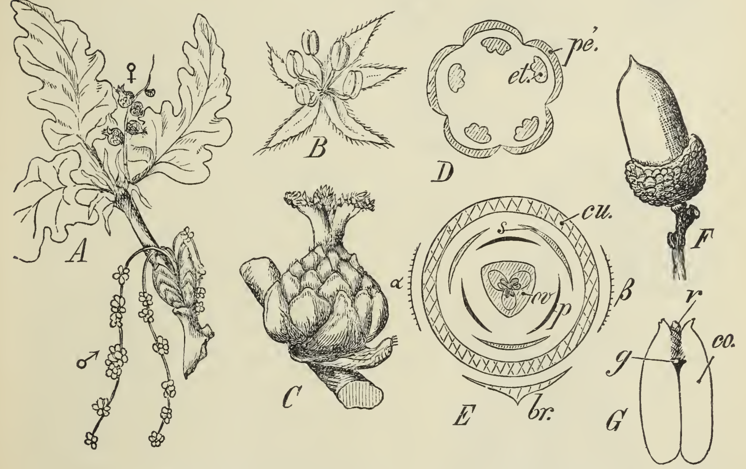


FIG. 405. — **Amentacées.** Chêne pédonculé. — A, rameau portant des inflorescences mâles ♂ et femelles ♀. — B, fleur mâle. — C, fleur femelle entourée de sa cupule. — D, E, diagrammes des fleurs mâle et femelle. — F, fruit. — G, graine vue en coupe ; *r*, radicule ; *g*, gemmule ; *co*, cotylédons.

5 fleurs (*A*, ♀) ; chacune de celles-ci est entourée de bractées, formant une coupe qui grandira avec le **fruit** et l'enveloppera à sa base (*gland* avec sa cupule, *F*).

Le gland renferme 1 *graine*, *G*, avec 2 cotylédons volumineux.

Dans la même famille, on range :

1° Dans la tribu des **Cupulifères** · le *Chêne*, le *Châtaignier*, avec ses feuilles allongées pourvues de dents aiguës et son fruit comestible (châtaigne) ; le *Hêtre*, avec des feuilles entières, garnies de petits poils sur les bords, et son fruit (*faîne*) duquel on extrait de l'huile ; le *Charme*, aux feuilles finement dentées ; le *Noisetier* ou *Coudrier*, dont le fruit est comestible (*noisette*) ; l'*Aulne*, aux feuilles dentées, arrondies au sommet ; le *Bouleau*, au tronc blanc d'argent.

2° Dans la tribu des **Juglandées** : le *Noyer*, reconnaissable à ses feuilles composées et à son fruit (*noix*), dont l'amande comestible fournit aussi de l'huile à manger et à brûler.

[Toutes les espèces précédentes sont *monoïques*.]

3° Dans la tribu des **Salicinées** : le *Saule*, aux feuilles finement dentées et plus ou moins allongées; le *Peuplier*, aux feuilles triangulaires, avec un pétiole aplati latéralement.

[Ces 2 espèces sont *dioïques*, c'est-à-dire que les fleurs mâles y sont portées par un pied, et les fleurs femelles par un autre pied.] (Voir page 289, les applications de tous ces arbres.)



Fig. 406. — **Cannabinées.** Houblon. — A, C, fleurs mâle et femelle. — B, fruit, *fr*, à l'aisselle d'une bractée, *br*. — D, coupe du fruit; *c*, carpelle; *tég*, tégument de la graine; *co*, cotylédons. — E, cône et feuille.

La famille des **Urticacées** comprend aussi des plantes à fleurs unisexuées: l'*Ortie* et la *Ramie* dont on peut utiliser les fibres textiles; le *Figuier* dont on mange l'inflorescence charnue appelée *figue;* le *Caoutchouc*, dont on utilise le latex; le *Mûrier* blanc, précieux par ses feuilles que mange le Ver à soie; le *Houblon* (fig. 406), dont les cônes de fleurs femelles donnent à la bière son amertume; le *Chanvre* (fig. 266), plante cultivée pour ses fibres textiles[1]; l'*Orme*, arbre ornemental planté le long des routes.

Les **Euphorbiacées** comprennent des plantes, dont la tige et les feuilles renferment beaucoup de latex.

On y range : la *Mercuriale*, mauvaise herbe qui pullule dans les champs; le *Ricin*, plante ornementale dont les graines donnent une huile purgative; le *Manioc* dont les tubercules, réduits en pulpe et comprimés fortement, donnent une farine comestible; le *Buis*, employé comme bordure dans nos jardins.

Les **Chénopodiacées**, aux fleurs hermaphrodites, comprennent comme genres utiles: la *Betterave* (fig. 307). avec sa racine tuberculeuse riche en sucre; l'*Épinard*, dont on mange les feuilles.

1. On appelle ordinairement pied mâle du Chanvre celui qui porte les fleurs femelles, et pied femelle celui qui porte les fleurs mâles

Les **Polygonées**, avec leur fruit angulaire, comprennent : la *Rhubarbe*, dont le rhizome est employé contre les maladies d'estomac; l'*Oseille* dioïque, avec ses feuilles comestibles ; le *Sarrasin* ou Blé noir, dont la graine sert à l'alimentation des oiseaux de basse-cour.

B. MONOCOTYLÉDONES

Angiospermes dont les graines renferment **1 cotylédon.**

Chez les **Dicotylédones**, les feuilles sont en général *penninerves* ou *palminerves*, les pièces de la fleur disposées par 5 ou 2 (ou un multiple) et les *graines* pourvues de 2 *cotylédons*.

Chez les **Monocotylédones**, les *feuilles* sont *rectinerves*, les pièces de la fleur disposées par 3 (ou un multiple) et les *graines* pourvues de *1 cotylédon*.

Monocotylédones	à fleurs pourvues d'un périanthe..	*Liliacées* [Tulipe].
	à fleurs sans périanthe (ni calice, ni corolle)......	*Graminées* [Blé].

Famille des Liliacées. — *Fleurs hermaphrodites régulières, avec calice et corolle de même couleur*, 6 *étamines et l'ovaire libre.*

Le Lis étant moins cultivé que la Tulipe pour l'ornement des jardins, nous prendrons cette dernière plante comme type.

La Tulipe (fig. 407) est une plante herbacée pourvue d'un *bulbe tuniqué* appelé vulgairement oignon (fig. 333).

Ce bulbe consiste en un cône très surbaissé : de la base partent des racines; sur la paroi latérale sont insérées les feuilles écailleuses, gorgées de matières nutritives, qui contribuent au développement de la tige terminale. Au sommet de la tige apparaît une seule fleur (*inflorescence terminale*).

La **fleur** (fig. 407, *A* et *B*) comprend : 1° un calice dialysépale, *s;*

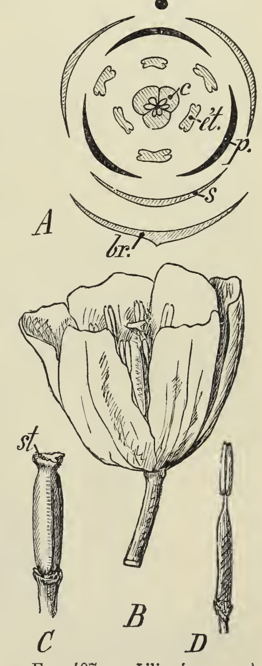


Fig. 407. — **Liliacées.** — A, diagramme d'une fleur-type. — B, Tulipe. — C, pistil. — D, étamine.

2° une corolle dialypétale, *p*, de même couleur et composée de 3 pièces florales;

3° un androcée avec 6 étamines (*D*);

4° un pistil (*C*), avec 3 carpelles soudés, renfermant beaucoup d'ovules en placentation axile.

Le **fruit** est une capsule à 3 angles.

La Tulipe est une plante ornementale par ses nombreuses variétés.

Parmi les autres **Liliacées ornementales,** on rencontre : le *Lis* (fig. 329) pourvu d'un bulbe écailleux, remarquable aussi par ses belles variétés (Lis blanc, tigré, martagon, etc.); la *Fritillaire,* avec sa couronne de belles fleurs rouges; la *Scille;* la *Jacinthe;* le *Muguet,* aux petites fleurs blanches qui exhalent un parfum délicieux; le *Sceau de Salomon,* avec son curieux rhizome; le *Yucca* et l'*Aloès* arborescents, qui émettent une grappe de fleurs et sont employés à la décoration des jardins publics, etc.

Les **Liliacées alimentaires** sont : l'*Oignon,* l'*Ail,* l'*Échalote,* le *Poireau,* la *Ciboule,* l'*Asperge* (fig. 327) dont on mange les jeunes tiges aériennes.

Parmi les **Liliacées industrielles et médicinales,** nous citerons : le *Phormium* et l'*Aloès* dont les feuilles fournissent des fibres textiles; le *Colchique,* avec ses fleurs d'un lilas tendre qui apparaissent en automne dans les prés. [La fleur du Colchique forme un tube très allongé dont l'ovaire est caché profondément dans la terre; au printemps, le fruit apparaît à la surface du sol, au milieu d'une rosette de feuilles; *ses graines renferment un poison violent.*]



Fig. 408. — **Iridées.** — Safran. Bulbe à droite. Fleur épanouie montrant les 3 stigmates.

La famille des **Amaryllidées** diffère de la précédente par l'ovaire adhérent au périanthe.

On y trouve aussi des plantes ornementales : le *Narcisse;* l'*Amaryllis;* le *Perce-neige;* l'*Agave,* avec sa rosette de feuilles longues, épaisses et bordées de piquants.

L'*Igname de Chine* fournit de gros tubercules pleins de fécule et comestibles.

Les **Iridées** diffèrent des Amaryllidées par leur fleur qui renferme 3 *étamines* au lieu de 6.

L'*Iris* est répandu dans les campagnes, soit sur le bord des

cours d'eau (Iris à fleurs jaunes), soit dans les jardins (Iris à fleurs bleues).

Le *Safran* (fig. 408), avec son ***bulbe plein***, est cultivé dans l'Orléanais pour ses fleurs violettes dont les stigmates rouges fournissent une matière colorante jaune ; on les utilise aussi comme condiment.

Les **Orchidées** se distinguent des familles précédentes par leur *fleur irrégulière*. Ce sont de magnifiques plantes ornementales ; l'une d'elles, la *Vanille* du Mexique, est cultivée pour son fruit qui est une longue gousse séchée et employée pour aromatiser certaines préparations culinaires (crèmes).

Les **Palmiers** sont des arbres tous exotiques, cultivés seulement pour l'ornement des parcs en France, mais d'une extrême utilité dans tous les pays chauds.

Famille des Graminées, — *Plantes à fleur dépourvue de périanthe.*

Nous prendrons le **Blé** comme type de cette famille très répandue sur tout le globe.

Le Blé (fig. 299) est une plante herbacée annuelle.

Sa **racine** est fasciculée. Sa **tige** est grêle et creuse, sauf à l'endroit des nœuds, *n* (fig. 409), où s'insèrent les feuilles ; c'est un *chaume*. Ses **feuilles** *rectinerves* sont pourvues d'une gaine, *g*, et d'un limbe sans pétiole, *li* ; au point où le limbe se rattache à la gaine est une petite collerette appelée *ligule*, *li*.

Le sommet de la tige est terminé par un *épi* (fig. 410) ; cet épi est *composé* d'une succession de petits épis ou

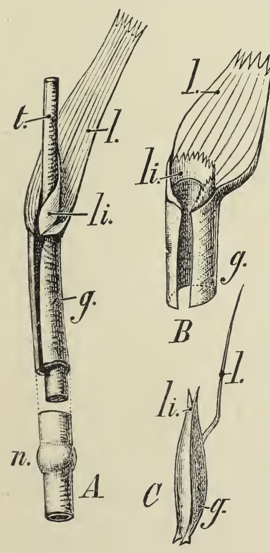
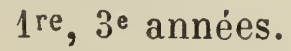


Fig. 409. — A, B, figures montrant la forme et la disposition d'une feuille de Graminée, insérée au nœud, *n*, sur la tige, *t*. — C, glumelle d'Avoine ; *l*, limbe ; *g*, gaine ; *li*, ligule.

Fig. 410. — Épi de Blé.



épillets, A, B (fig. 411). Chaque épillet est enveloppé de 2 grandes bractées appelées *glumes, G, G';* il comprend 3 fleurs, f_1, f_2, f_3, portées par l'axe de l'épillet, *a*.

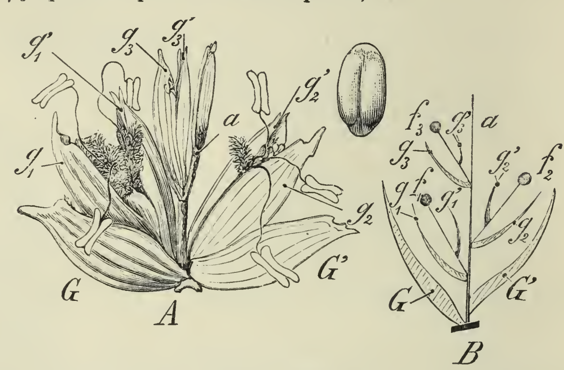


Fig. 411. — Épillet de Blé représenté réellement en A avec ses 3 fleurs : Vue théorique en B : f_1, f_2, f_3 ; G, G, glumes. g_1, g'_1 ; g_2 g_2 ; g_3, g'_3, glumelles des fleurs, f_1, f_2, f_3, qui composent l'épillet. — *a*, axe de l'épillet.

Une fleur est protégée elle-même par 2 *glumelles, g, g'*.

Chaque **fleur** (fig. 412) comprend : 2 petites écailles ou *glumellules, s;* 3 étamines, *ét*, avec un long filet et une anthère pendante en forme d'X ; un ovaire, *c*, avec un seul ovule surmonté de 2 stigmates plumeux (fig. 411, A).

Le **fruit**, appelé grain de Blé, est un akène dont le péricarpe est appliqué étroitement sur le tégument de la graine.

La *graine* renferme un embryon avec 1 cotylédon et un abondant albumen riche en amidon (voir la coupe d'un grain de Maïs, fig. 386).

Fig. 412. — Diagramme de la fleur du Blé. *g.s*, *g.i*, glumelles supérieure et inférieure ; *s*, 2 glumellules seulement ; *ét*, 3 étamines ; *c*, carpelle.

Le Blé est l'une des plantes les plus précieuses pour l'alimentation de l'Homme ; la farine qui résulte de la mouture du grain sert à faire le pain.

Les Graminées sont extrêmement utiles à divers points de vue.

Les **Graminées alimentaires** donnent des graines riches en amidon. Ce sont :

Le *Blé* au fruit oblong ;

Le *Seigle* dont l'épi est formé d'épillets à 2 fleurs ; le fruit en est très allongé, avec un sillon étroit (fig. 376) [le Seigle résiste mieux que le Blé à

une température froide; aussi le cultive-t-on de préférence dans les régions montagneuses];

L'*Orge* dont l'épi est formé d'épillets disposés par groupes de 3 le long de l'axe de l'épi; chaque épillet renferme une seule fleur dont la glumelle inférieure est pourvue d'une longue arête [l'Orge sert à la préparation de la bière];



Fig. 413. Graminées. Avoine. Sommet d'une grappe d'épillets.

L'*Avoine* (fig. 413) avec des grappes de grands épillets; la glumelle inférieure de la fleur est pourvue d'une arête dorsale (fig. 409 C) [on fait avec les grains d'Avoine concassés un *gruau* utilisé pour l'alimentation humaine];

Le *Riz*, plante cultivée dans les plaines inondées de l'Italie, du Tonkin, etc.; ses fleurs renferment 6 étamines;

Le *Maïs* (fig. 414) dont la tige pleine atteint jusqu'à 3 mètres; cette tige est riche en sucre et porte de gros épis de grains pressés les uns contre les autres; ses fleurs sont unisexuées [la farine de Maïs est utilisée pour faire des gâteaux et pour engraisser les bestiaux].



Fig. 414. — Graminées. Maïs. A gauche, épi parvenu à maturité; au-dessus, grappe de fleurs mâles terminant une tige fertile.

Les **Graminées fourragères** sont : les espèces précédentes dont les animaux consomment la paille; le *Maïs* mangé en vert; le *Paturin*, la *Fétuque* avec une grappe étalée de petits épillets; le *Dactyle* aux épillets disposés par paquets; la *Fléole* et le *Vulpin* avec leur épi cylindrique; le *Ray-grass* avec ses épillets aplatis et assez espacés le long de l'épi, etc.

Les **Graminées industrielles** sont : la *Canne à sucre* avec une tige atteignant 3 mètres, cultivée dans les régions chaudes de l'Amérique pour l'extraction du sucre; le *Sorgho sucré* cultivé dans l'Amérique du N.; le *Bambou*, arbre de la zone torride dont le bois extrêmement précieux sert à une foule d'usages (charpente des habitations, clôtures, vases, conduites d'eau, etc.).

§ 2. CLASSE DES GYMNOSPERMES

Plantes dont les ovules sont **à nu** *sur une feuille carpellaire non fermée.*

La famille des **Conifères** est la plus importante de cette classe; elle comprend en général des arbres résineux (fig. 415) qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver (*feuilles persistantes*) : d'où leur nom d'*arbres toujours verts*.



Fig. 415. — Conifères. Épicéa.

Soit le **Sapin** qui pousse abondamment sur les Vosges, le Jura, les Alpes, les Pyrénées.

C'est un arbre élancé à forme pyramidale, dont les rameaux les plus anciens meurent et disparaissent au bas de la **tige**; ses **feuilles**, linéaires et planes, sont vertes en dessus, blanchâtres en dessous.

Certains rameaux portent au sommet des épis de *fleurs mâles*, C ♂ (fig. 416); d'autres soutiennent des *cônes* dressés de *fleurs femelles*, C ♀.

Fig 416. — **Conifères**. *C* ♂, cône de fleurs mâles; *C* ♀, cône femelle et_1, étamine fermée; $ét_2$, étamine ouverte mettant en liberté les grains de pollen. *p*, — c_1,c_2, carpelles montrant les deux ovules, *ov* (futures graines) et l'écaille tectrice, *éc. t.*

Une **fleur** *mâle* est une réunion d'écailles, $ét_1$, représentant les étamines dont chacune renferme 2 sacs polliniques avec de nombreux grains de pollen. A la maturité de ces derniers, les sacs polliniques s'ouvrent sur le dos de l'écaille et le pollen se répand dans l'air à profusion; chaque grain, *p*, porte 2 ampoules latérales pleines d'air

qui favorisent sa dissémination en donnant plus de prise au vent.

Une **fleur** *femelle* est une écaille, c_1, sur le dos de laquelle sont insérés 2 ovules, *ov*. Les écailles sont disposées entre les bractées qui forment le *cône femelle* par leur ensemble, *C* ♀.

Les *graines* mûres se détachent de l'écaille où elles étaient appliquées en emportant une sorte d'aile qui aide à leur dissémination, c_2. Une graine contient plus de 2 cotylédons entourés d'un albumen abondant.

Le Sapin appartient à la tribu des **Abiétinées**, ainsi que :

Le *Pin* avec de longues feuilles en aiguille, réunies ordinairement par 2 sur de courts rameaux (fig. 417, B). [Il en existe de nombreuses espèces :

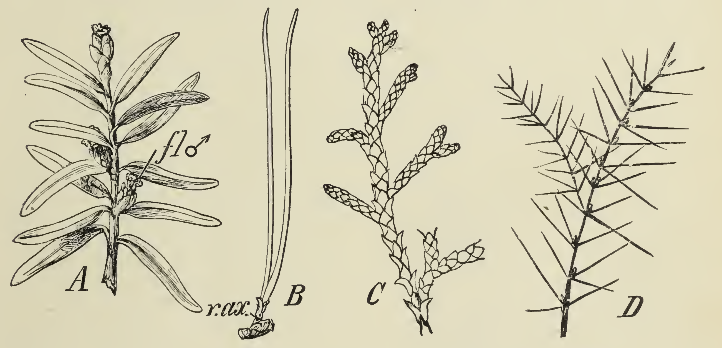


Fig. 417. — Disposition sur la tige des feuilles de quelques Conifères. — A, If. — B, Pin. — C, Thuya. — D, Genévrier.

le Pin sylvestre des pays montagneux ; le Pin pignon du midi de l'Europe, qui ressemble à un parasol porté au sommet d'une haute tige ; le Pin maritime planté dans les sables des Landes qu'il a servi à fixer];

L'*Épicéa* (fig. 415), de forme pyramidale, qui vit dans les régions septentrionales ;

Le *Mélèze* dont les feuilles caduques sont disposées en faisceaux sur de courts rameaux ;

Le *Cèdre* du Liban avec de grands rameaux horizontaux portés par un axe tortueux.

La tribu des **Cupressinées** comprend : le *Cyprès* et le *Thuya*, arbrisseaux avec de petites feuilles écailleuses et des fruits globuleux, employés pour l'ornement des cimetières et des jardins ; le *Genévrier*, aux feuilles en aiguille très pointues, dont les fruits charnus (*baies de genièvre*) servent comme épice et pour l'extraction d'une essence.

L'*If* est un arbre ornemental non résineux, représentant la tribu des **Taxinées** dans nos régions ; son fruit consiste en une graine avec une enveloppe charnue appelée *arille*. [Voir page 289, les usages du bois des Conifères.]

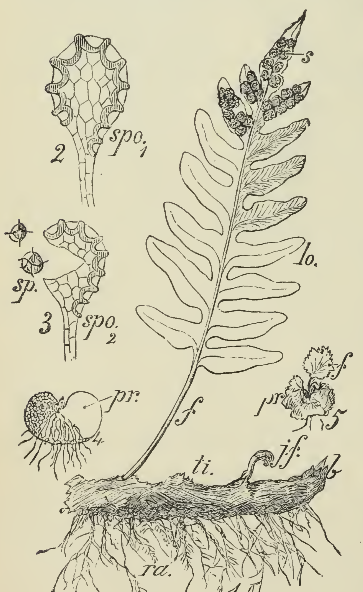
II. EMBRANCHEMENT DES CRYPTOGAMES

Les Cryptogames sont des **plantes sans fleurs**, *se reproduisant par* **œufs** *ou par* **spores.**

§ 1. CRYPTOGAMES VASCULAIRES

Plantes possédant une **racine**, *une* **tige** *et des* **feuilles.**

Les principaux végétaux de ce groupe sont les **Fougères** et les **Prêles**.



Soit une Fougère, le **Polypode** *vulgaire*, par exemple (fig. 418). C'est une plante *vivace*, de 1 à 5 décimètres de haut, commune sur les murs, au milieu des rochers, etc.

Sa **tige**, *ti* (1), souterraine et rampante près de la surface du sol (rhizome), porte de nombreuses **racines** adventives noirâtres; ses **feuilles**, enroulées en crosse avant leur épanouissement, *j. f*, étalent à la lumière leur limbe divisé en lobes simples, *lo*.

Sur la face dorsale de la feuille apparaissent des groupes bruns de *sporanges*, *s*,

Fig. 418. — **Fougères.** — Polypode vulgaire. — 1, plante avec racines, *ra;* tige souterraine (rhizome) *ti;* feuille épanouie, *f* et jeune feuille enroulée en crosse, *j. f;* *b*, bourgeon terminal; la partie dorsale des frondes porte des accumulations de sporanges, *s*. — 2, spo_1, sporange fermé. — 3, spo_2, sporange ouvert projetant les spores *sp*. — 4, prothalle, *pr*. — 5, jeune plante se développant sur le prothalle, *pr*

alignés sur 2 rangs, de part et d'autre de la nervure médiane.

Un sporange, *spo* (2), est un sac dans lequel se forment des cellules libres appelées *spores;* lorsque le sporange est mûr, sa paroi se déchire, *spo* (3), et met en liberté les spores, *sp*, qui tombent sur le sol.

La **spore**, cellule riche en matière nutritive, germe sur un sol humide et produit une lame verte appelée *prothalle*, *pr* (4).

Le prothalle est long et large de quelques millimètres, appliqué sur le sol où il se nourrit à l'aide de ses poils abondants :

2 sortes d'organes reproducteurs apparaissent sur le prothalle :

1° Des *anthéridies*, qui produisent des *anthérozoïdes*, corpuscules extrêmement petits enroulés en spirale, pourvus de cils vibratiles qui leur permettent de nager dans l'eau; ce sont les organes mâles comparables au grain de pollen;

2° Un *archégone* avec une cellule femelle appelée *oosphère*, comparable à l'oosphère de l'ovule des Angiospermes (page 327).

Un anthérozoïde féconde l'oosphère; de la fusion de ces 2 cellules résulte un **œuf** qui se développe en une petite plante nouvelle (5). La jeune plante vit aux dépens du prothalle d'abord; puis elle acquiert racine, tige et feuilles et devient une plante adulte.

Le développement des Fougères présente donc une certaine analogie avec celui des Angiospermes, à part l'*absence de graine*.

Les Fougères sont d'une faible utilité pour l'Homme. La *Fougère-aigle* pullule dans nos forêts où ses feuilles atteignent de 1 à 5 mètres; l'*Osmonde* est répandue dans les bois marécageux, ainsi que la *Scolopendre* aux feuilles entières.

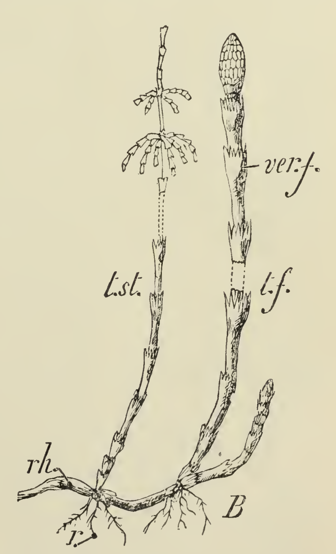


Fig. 419. — Équisétacées. — Prêle. *rh*, rhizome portant des racines, des tiges stériles, *t.st* et des tiges fertiles. *t.f* avec des verticilles de feuilles, *ver f.*

Les **Prêles** ou *queues de cheval* croissent dans les prés humides (fig. 419); leur rhizome souterrain émet des tiges aériennes dont les unes sont couvertes de verticilles de rameaux (tiges stériles, *t. st*), et les autres sont terminées par une sorte de massue

(tiges fertiles, *t. f*); cette massue est un épi de feuilles modifiées : sortes de clous à tête hexagonale, fixés sur la tige et portant des sporanges.

Le développement en est à peu près identique à celui des Fougères.

Les tiges des Prêles sont incrustées de silice et servent à polir le bois et les métaux.

§ 2. MUSCINÉES

Plantes possédant une **tige** *couverte de* **feuilles**, *mais pas de racine.*

Les **Mousses**, qui en sont les principaux représentants, se rencontrent partout, sur les sols humides, dans les anfractuosités des rochers, les fentes des murs, sur l'écorce des arbres, etc.



Soit le **Polytric** (fig. 420), commun dans les terrains sablonneux; sa **tige**, haute de 8 à 10 centimètres, est fixée au sol par des poils (crampons et poils absorbants); elle porte de nombreuses **feuilles** minces.

Au printemps, certaines tiges sont terminées par une rosette de feuilles plus larges, entourant les organes reproducteurs : 1° les *anthéridies* produisant des *anthérozoïdes* avec 2 cils vibratiles; 2° les *archégones* renfermant chacun une *oosphère*.

Les anthérozoïdes fécondent les oosphères qui deviennent autant d'**œufs**.

L'œuf, formé au sommet d'une tige, s'y développe en un *sporogone* (organe producteur de spores, *sp*, *D*) porté par un long pédicelle et protégé par une coiffe.

Le sporogone s'ouvre à la maturité des spores; chaque spore, *sp* (*F*), tombée sur le sol humide, y germe et donne un *protonéma* formé de filaments verts ramifiés, *r*, avec des crampons bruns, *c*, fixés au sol. Sur

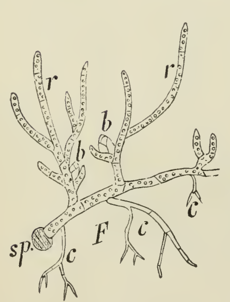


Fig. 420. — **Mousses** : D, Polytric dont la tige feuillée porte un sporogone, *sp*, avec sa coiffe. — E, *Leucodon*; *cr*, rhizoïdes; *ti*, tige avec feuilles, *f*; *ca*, sporange grossi avec son opercule. — F, protonéma produit par la germination d'une spore, *sp*; *c* rhizoïdes bruns; *r*, filaments verts ramifiés; *b*, bourgeons

le protonéma apparaissent des bourgeons, *b*, qui se développent en autant de tiges feuillées.

Comparons le cycle du développement d'une Fougère à celui d'une Mousse :

1° *Fougères :*

Spore → *Prothalle sexué.* { Anthéridie-anthérozoïde. / Archégone-oosphère.... } Œuf → *Plante feuillée asexuée.* → Sporange → Spore.

2° *Mousses :*

Spore → Protonéma. → *Plante feuillée sexuée.* { Anthéridie-anthérozoïde / Archégone-oosphère.... } Œuf { *Sporogone asexué.* } → Spore

Bien que paraissant fort analogues à celles des Cryptogames vasculaires, les formes reproductives des Muscinées en diffèrent par le déplacement et la sexualité de la plante feuillée dans le cycle des transformations : *l'œuf est produit par la plante feuillée chez les Muscinées, tandis qu'il engendre la plante feuillée chez les Cryptogames vasculaires.*

Cette différence rend impossible toute transition des Muscinées aux Cryptogames vasculaires, alors que cette transition est naturelle des Cryptogames vasculaires aux Phanérogames.

Les Mousses servent de litière aux animaux ; on les emploie pour couvrir les toits des chaumières, calfeutrer les bateaux, emballer les menus objets, etc.

Le genre *Sphaigne* est important, parce que ce végétal donne par sa décomposition la *tourbe,* abondante dans certains pays marécageux (surtout en Irlande et dans l'Allemagne du N.).

Le Sphaigne s'accroît constamment au sommet et se détruit lentement par sa base en formant la tourbe riche en charbon et utilisée comme combustible par les classes pauvres (voir page 394).

§ 3. THALLOPHYTES

Plantes possédant un **thalle** [c'est-à-dire un corps végétatif non différencié en racine, tige et feuilles].

Les Thallophytes comprennent :

1° Les **Algues** *pourvues de chlorophylle* en général ;

2° Les **Champignons** *qui n'ont pas de chlorophylle.*

A. — Algues. — Les Algues habitent les mers où elles pullulent sur les rochers ; elles sont communes dans les eaux douces et sur le sol humide. Elles ont l'aspect de filaments, de rubans ou de lames membraneuses parfois très étendus ; leur couleur est verte le plus souvent, quelquefois brune ou rouge.

Une Algue brune ou rouge renferme cependant de la chlorophylle · on le vérifie en la trempant un instant dans de l'eau bouillante à laquelle elle abandonne son pigment brun ou rouge qui voilait la chlorophylle elle apparaît alors verte.

Les Algues se multiplient : soit par *spores*, soit par *œuf*, soit; des deux manières à la fois.

La **Vauchérie**, Algue filamenteuse ramifiée des ruisseaux et des bassins, se multiplie de ces deux façons.

Fig. 421. — Multiplication cellulaire chez un filament de Vauchérie, *a* ; *b*, cloison isolant une partie du protoplasme qui s'échappe en *c* et donne une *zoospore*, *d*; la zoospore, fixée en *e*, devient le point de départ d'un nouveau filament, *f*.

Spores. — Vers l'extrémité d'un filament de Vauchérie adulte, *a* (fig. 421, *A*), apparaît une cloison, *b*, qui isole une certaine quantité de protoplasme; celui-ci s'échappe de la membrane par un orifice, *c*, et se transforme en une grosse *spore, d,* revêtue de cils vibratiles qui lui permettent de se mouvoir dans l'eau (*zoospore*). La zoospore, après avoir nagé plus ou moins longtemps, se fixe en un point, *e*, perd ses cils, acquiert des crampons et s'allonge en un nouveau filament, *f*.

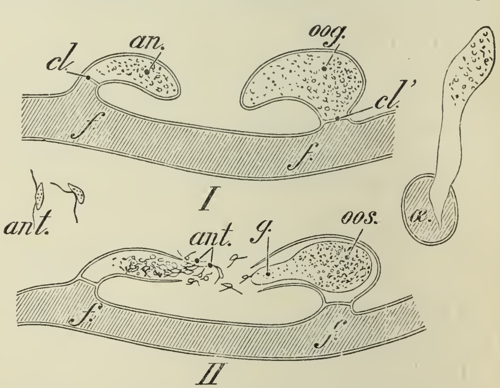


Fig. 422. — **Algues.** — Formation de l'œuf chez la Vauchérie. — I; *f*, *f*, filament sur lequel se sont formés l'oogone, *oog*, et l'anthéridie, *an*. — II; l'anthéridie ouverte émet les anthérozoïdes, *ant*, dont l'un au moins est retenu par le mucilage, *g*, qui occupe l'ouverture de l'oogone; *oos*, oosphère avant la fécondation. *œ*, œuf au début de la germination.

Œuf. — Deux rameaux du thalle isolent leur contenu, par une cloison, du protoplasme qui remplit le filament principal *f, f;* ce sont : l'oogone, *oog*, et l'anthéridie, *an*.

L'oogone présente un bec dont la membrane se transforme en une gelée qui se dissout dans l'eau; son protoplasme forme l'oosphère, *oos* (II), qui communique avec l'eau.

Le contenu de l'anthéridie se partage en une foule d'anthérozoïdes à 2 cils, *ant*, mis en liberté par la gélification de la paroi au voisinage de l'ouverture de l'oogone.

Des anthérozoïdes pénètrent dans l'oogone ; l'un d'eux se fusionne avec l'oosphère ; l'**œuf** qui en résulte, *œ*, s'entoure aussitôt d'une membrane épaisse, passe à l'état de vie latente et germera tôt ou tard en produisant un thalle nouveau.

Parmi les Algues marines utiles à l'Homme, signalons les *Fucus*.

Les *Fucus*, arrachés par les vagues, forment sur les plages le *varec* ou *goëmon* qui sert comme engrais azoté et potassique pour les terres, et comme nourriture pour le bétail. On brûle le varec sur les bords de la mer, pour retirer des cendres la potasse, le brome et l'iode qui y sont contenus.

Les **Bactéries** parasites des êtres vivants sont rangées parmi les Algues. Certaines espèces sont la cause déterminante des maladies qui nous atteignent ; elles méritent une étude spéciale [1].

B. Champignons. — Les Champignons, dépourvus de chlorophylle, vivent de la substance que leur fournissent les matières organiques en décomposition ou les êtres vivants sur lesquels ils s'établissent en *parasites* (page 307). Ils abondent dans les forêts, sur les vieux bois, dans le fumier, etc.

L'un des plus importants pour l'Homme qui le cultive et qui s'en nourrit est l'**Agaric** ou **Champignon de couche** (fig. 345).

Ce végétal consiste en un *mycélium nutritif, my. n*, formé de nombreux filaments blancs (*blanc de champignon*), développés dans le fumier que l'on dispose en couches (champignonnières) ; aux points où concourent de nombreux rameaux, l'abondance de matière nutritive provoque la formation d'un *chapeau* ou *appareil reproducteur, ap. r*.

Nombre de Champignons se multiplient seulement par spores ; quelques-uns comme les Moisissures se reproduisent aussi par œuf.

Le chapeau ou *appareil reproducteur* du Champignon (fig. 423), porte des lames (4, 5) rayonnantes autour du pédicelle, *p* ; sur la surface de ces

1 Voir *Cours élémentaire d'Hygiène*, par E. Aubert et A. Lapresté, pages 11 à 16 et pages 99 à 145.

lames (6 et 7), se développent de grandes cellules appelées *basides, ba*, qui produisent les *spores, sp*, destinées à germer sur le fumier et à donner un nouveau mycélium.

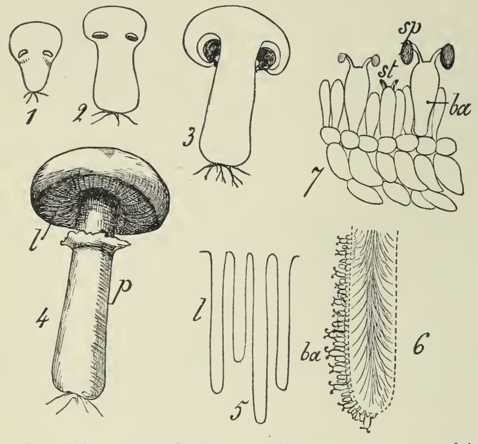


Fig. 423. — **Champignons.** — Développement et multiplication de l'Agaric : 1, 2, 3, 4 ; *p*, pédicelle ; *l*, lames sporifères ; 5, 6, vues en coupe d'une lame fortement grossie portant les basides, *ba*, mieux visibles en 7 où elles portent les spores, *sp*.

Les Champignons à partie aérienne bien développée se divisent en *Champignons comestibles* [Agaric, Oronge, Chanterelle ou Girolle, Clavaire, Bolet ou Cèpe (fig. 425), etc.] et en *Champignons vénéneux.*

La plus grande prudence doit être apportée dans la récolte de ces végétaux. Aucun des signes prétendus caractéristiques, admis dans les campagnes pour reconnaître les bons champignons des mauvais, ne doit être adopté (*mauvaise odeur, verdissement à l'air, noircissement d'une pièce d'argent, etc.*). *Quand on se trouve en présence d'une espèce douteuse, il vaut mieux la jeter que de s'exposer à un empoisonnement.*

La Truffe est une espèce comestible qu'on recueille dans les bois de Chênes (Périgord, Aveyron, Yonne).

La Levure de bière est un Champignon employé pour provoquer la fermentation des liquides sucrés (jus de raisin, moût de bière, etc.) et la panification.

Nombre de Champignons enfin sont redoutables par les maladies qu'ils suscitent et les pertes qu'ils font éprouver en agriculture. Les plus connus sont : la *rouille* du Blé, le *charbon* des Céréales, le *mildiou* de la Vigne, la maladie de la Pomme de terre, etc.

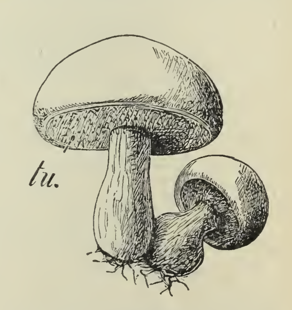


Fig. 424 — **Champignons. Bolet**

TROISIÈME PARTIE

GÉOLOGIE

---

§ 1. NOTIONS PRÉLIMINAIRES

La *Géologie* [*science de la Terre*] a pour but l'étude de notre globe.

Nous savons déjà que la Terre comprend :

une **atmosphère** *gazeuse* composée de l'*air* qui nous entoure ;

une **écorce** *solide*, la *croûte terrestre* dont fait partie le sol que nous cultivons.

La Terre présente en outre une 3e partie, le **noyau central** *liquide* et *incandescent*, dont l'existence nous est révélée par les éruptions volcaniques [l'écorce terrestre est crevassée en différents points, et par ces ouvertures s'échappe une matière fondue, la *lave*, dont la température est bien supérieure à 1000°].

Importance de la croûte terrestre par rapport au noyau central. — La croûte terrestre n'est-elle donc pas très épaisse, puisque la lave peut la traverser sans se solidifier?

Pour s'en faire une idée, on se base sur l'observation suivante : quand

on creuse un puits, la température s'élève de 1° environ à mesure qu'on s'enfonce de 32 mètres vers le centre de la Terre.

Au fond d'un puits de 32 kilomètres, la température serait de 1000°;
— — $32 \times 3 = 96$ kil., — $1000 \times 3 = 3000$°.

Tous les corps connus sur le globe sont fondus à 3000°; donc l'*écorce terrestre a une épaisseur d'environ 100 kilomètres.*

Cela paraît énorme, et cependant cette croûte n'est que la soixantième partie du rayon du noyau liquide central : elle lui forme une *enveloppe comparativement moins importante et plus fragile que la coquille qui protège l'œuf.*

Nous ne connaissons du noyau central que les matières qui en sont rejetées.

Nous pouvons étudier les **roches** ou parties qui composent la croûte terrestre en examinant les flancs des chaînes de montagnes, les pentes des collines, les talus des tranchées ouvertes sur le tracé des routes, des chemins de fer et des canaux, les parois des carrières et des puits de mine, etc.

Roches sédimentaires. Roches cristallines. — Quand on perce une tranchée, après avoir enlevé la *terre végétale* superficielle, on se trouve en présence de deux cas :

Fig. 425. — Roches stratifiées inclinées.

1° Ou bien la roche que l'on rencontre est formée de *couches* superposées (*strates,* fig. 425), le plus souvent faciles à entamer par la pioche ; cette roche contient des *fossiles,* c'est-à-dire des débris d'animaux ou de plantes (fig. 492).

[*On appelle* **roches sédimentaires** *les roches stratifiées, d'aspect terne* en général, *renfermant des fossiles.*]

2° Ou bien la roche est compacte, tellement dure qu'on ne peut l'entamer qu'avec la poudre de mine ; sa cassure fraîche présente de petites surfaces brillantes limitant des *cristaux* orientés dans tous les sens; jamais on n'y trouve de fossiles.

[*On appelle* **roches cristallines (ignées)** *les roches compactes, à cassure brillante, dépourvues de fossiles.*]

Origine de ces roches. — Quand il a plu beaucoup dans une

région, les torrents qui viennent des montagnes et les rivières qui coulent dans la vallée roulent de l'eau trouble.

Si on recueille un flacon de cette eau et qu'on l'abandonne au repos, au bout de quelques jours l'eau sera devenue limpide, mais au fond du flacon on trouvera une boue abondante, formée de limon et de sable.

L'eau qui tombe désagrège en effet les roches, même les plus dures; les débris de ces roches s'usent et se brisent en petits fragments, par frottement le long des ravins.

Ces débris, ces *sédiments*, se déposent dans les endroits où l'eau est devenue plus calme; leur accumulation forme à la longue les roches sédimentaires disposées par couches superposées.

Ainsi *les* **roches sédimentaires** *proviennent de la désagrégation lente des roches cristallines par les eaux.*

Les **roches cristallines** **(ignées)** *sont dues à la solidification des matières fondues provenant du noyau central.*

I
Écorce terrestre
Noyau central



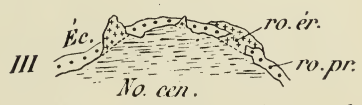


Fig. 426. — Formation et plissement de l'écorce terrestre; les fractures éprouvées par l'écorce ont livré passage aux roches éruptives, *ro.ér; ro.pr*, roches primitives.

On comprend encore mieux la provenance de ces roches en remontant à l'origine même de la Terre.

La Terre provient d'une immense masse gazeuse, mobile dans l'espace, masse qui s'est autrefois partagée en donnant le Soleil et les planètes qui tournent autour de lui.

Une fois isolée dans l'espace, la masse gazeuse de la Terre s'est refroidie en y rayonnant de la chaleur; en son milieu s'est condensée une partie liquide, **noyau central incandescent** entouré d'une **atmosphère gazeuse** épaisse.

Puis, la surface du noyau liquide, plus exposée au refroidissement que la partie profonde, s'est solidifiée en formant une croûte, l'**écorce terrestre**, composée alors de *roches ignées* ou *cristallines.* Cette écorce, primitivement sphérique (fig. 426), s'est *plissée* par la contraction lente du noyau central (II).

L'atmosphère, ne recevant plus que peu de chaleur du noyau central, se refroidit vite; les gaz qui la composaient se combinèrent en partie; parmi les produits de ces combinaisons apparut l'*eau*, qui se répandit en océans sur l'écorce terrestre dont la surface fut désagrégée. Les débris

des roches cristallines s'accumulèrent au fond des mers en formant les *roches sédimentaires* (fig. 427).

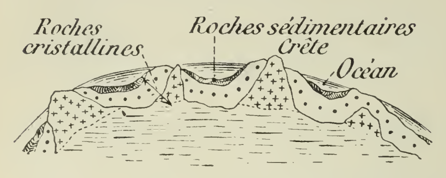


Fig. 427. — Apparition de l'eau à la surface du globe ; cette eau désagrège les roches cristallines primitives et les premières roches sédimentaires se déposent dans les mers.

Mais l'écorce solide ne pouvait se plisser sans se crevasser ; par ces crevasses une partie du noyau liquide central s'échappa, formant les *roches éruptives* qui cristallisèrent par refroidissement.

La surface de la Terre plissée présenta, dès lors, des éminences non couvertes par les eaux, les *continents*, qui n'ont cessé de s'accroître puisque la Terre se refroidit constamment. Sur les continents et dans les mers s'établirent des animaux et des plantes dont certains débris ont été emprisonnés dans les roches sédimentaires en formation et conservés jusqu'à nos jours ; ce sont des *fossiles*.

Caractères des minéraux. — Nous avons vu, dès le début de cet ouvrage, que les **minéraux** ou **pierres** *n'ont pas la vie et ne présentent pas l'organisation cellulaire* qui caractérisent les êtres vivants (Plantes et Animaux).

De plus, les **minéraux** *s'accroissent à l'extérieur, par l'apposition* de nouveaux éléments sur ceux qui les constituent déjà (agglutination des grains de sable) ; tandis que *les* **êtres vivants** *s'accroissent par la pénétration de matières nutritives dans l'intérieur de leur corps.*

§ 2. ÉTUDE SOMMAIRE DES PRINCIPALES ROCHES

I. ROCHES SÉDIMENTAIRES

Nous envisagerons d'abord les **roches sédimentaires** qui sont les plus communes à la surface même du sol.

Principaux éléments composant les roches sédimentaires. — Mettons un peu de terre végétale dans un flacon renfermant de l'eau que nous agitons fortement; au bout de quelques minutes, laissons reposer. Un dépôt se forme rapidement au fond du flacon : c'est du *sable;* l'eau qui surnage est trouble : elle contient en suspension de l'*argile* en particules très fines qui se déposeront très lentement (fig. 428, A).

Faisant écouler l'eau trouble, recueillons le sable auquel nous ajoutons de l'eau, puis un peu d'acide chlorhydrique ou de vinaigre; aussitôt se dégagent des bulles plus ou moins abondantes d'un gaz appelé *gaz carbonique* [on dit que le sable *fait effervescence* (fig. 428, B)].

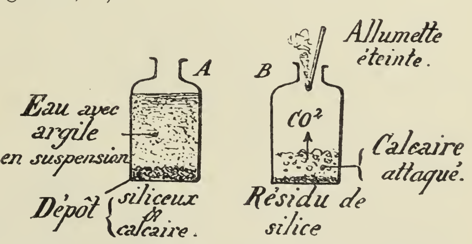


Fig. 428. — Analyse sommaire de la terre végétale.

Une partie du sable est seule attaquée, car on obtient un résidu au fond du flacon : ce résidu est du *sable siliceux* ou de la *silice;* la partie du sable attaquée par l'acide était du *sable calcaire*.

La **silice**, le **calcaire** et l'**argile**, trouvés dans la terre végétale, *sont aussi les éléments les plus importants des roches sédimentaires*.

1° Silice. — La silice forme les sables qui ne sont pas attaqués par les acides.

Examinant à la loupe ou au microscope le sable le plus fin, on voit qu'il est formé de *cristaux* transparents, analogues à ceux

qu'on trouve rassemblés sur les parois des rochers dans les hautes régions montagneuses (Plateau Central, Pyrénées, etc.).

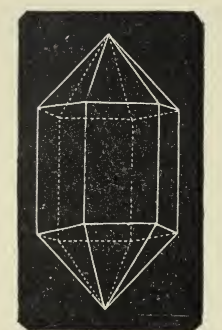


Fig. 429. — Quartz. Prisme hexagonal terminé par 2 pyramides hexagonales.

Les sables que roulent les torrents venant de ces régions sont précisément des sables siliceux.

La silice pure et cristallisée s'appelle *quartz;* elle forme des prismes hexagonaux, transparents comme du verre, souvent couronnés par des pyramides hexagonales (fig. 429).

Le quartz a pour densité 2,65; il raye le verre et l'acier [c'est un *corps dur* qui peut remplacer le diamant des vitriers].

Il ne se dissout ni dans l'eau, ni dans les acides, sauf l'acide fluorhydrique qu'on emploie pour le graver.

Le *silex* est du quartz non cristallisé (amorphe), qui fait feu sous le choc de l'acier. On s'en est servi comme pierre à fusil; aujourd'hui on l'emploie comme pierre à briquet.

On appelle *calcédoine* ou *agate* un mélange de quartz cristallisé et de quartz amorphe composé fréquemment de zones successives, plus ou moins parallèles et diversement colorées.

On en fait de beaux camées en joaillerie.

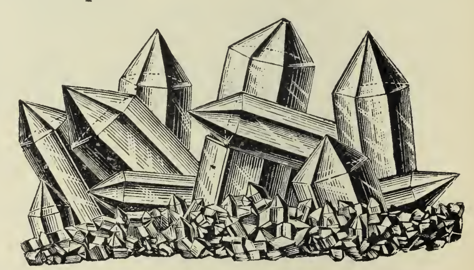


Fig. 429 *bis*. — Groupe de cristaux de quartz.

La silice hydratée, disposée en masses mamelonnées, porte le nom d'*opale*.

Roches siliceuses. — Les *sables siliceux*, particulièrement abondants sur les côtes de la Bretagne et dans le lit des cours d'eau provenant des massifs montagneux cristallins, sont des roches siliceuses meubles. Ces sables peuvent être fins ou grossiers; dans ce dernier cas, les grains sont gros comme une cerise ou une amande.

Tableau XIX

Notions sommaires sur les Roches.

La Terre comprend
- une *atmosphère* gazeuse ;
- une *écorce* solide formée de
  - *roches cristallines ;*
  - — *sédimentaires ;*
- un *noyau central* liquide (matières en fusion).

Roches.
- **cristallines**
  - *éruptives* : provenant du noyau central ; émises par les fissures de l'écorce terrestre : Granite.
  - *cristallophylliennes* : dues à des fusions et solidifications successives des roches profondes : Gneiss.
- **sédimentaires** : résultent de la désagrégation des roches cristallines par les eaux : Argile.

I. Roches sédimentaires.

Leurs éléments principaux : *Silice, Argile, Calcaire.*

Classification.
- **Roches siliceuses**
  - d'origine détritique
    - Roches meubles : Sable.
    - R. agglomérées : Conglomérat. Grès.
  - — chimique : Silex, Meulière.
  - — organique : Tripoli.
- **Roches argileuses** : Kaolin. Argile plastique. Argile smectique. Ocres. Schistes ardoisiers.
- **Roches calcaires**
  - d'origine organique : Craie. Calc. grossier. Calc. cristallins.
  - — chimique : Tuf. Travertin.
  - *Marne* [formée de calcaire et d'argile].
- **Roches diverses**
  - d'origine chimique : Phosphates. Gypse. Sel gemme.
  - — organique
    - animale : Récifs coralligènes.
    - végétale : Anthracite. Houille. Tourbe.

II. Roches éruptives.

Leurs éléments principaux. *Quartz, Feldspath, Mica, Amphibole, Pyroxène, Péridot.*

Classification.
- **Roches granitoïdes**
  - à texture granitique : Granite. Granulite. Pegmatite. Syénite.
  - — porphyrique : Porphyres.
- **Roches trachytoïdes** : Trachytes. Basaltes [Laves].

Si les grains de sable sont réunis, *cimentés* par un dépôt minéral, la roche siliceuse s'appelle un *conglomérat* ou un *grès :* c'est un *conglomérat* (fig. 430) quand les grains de sable cimentés sont de gros volume; tandis qu'un *grès* résulte de l'union de grains de sable fin.

La *pierre meulière* dont on fait les meules de moulin est aussi une roche siliceuse (La Ferté-sous-Jouarre).

Le *tripoli*, employé pour nettoyer les métaux, est un sable à grain très fin dû à l'accumulation des carapaces siliceuses d'Algues microscopiques appelées Diatomées, qui vivent dans nos cours d'eau.



Fig. 430. — Conglomérat.

2° **Argile.** — L'argile ou *terre glaise* (silicate d'alumine hydraté) *forme avec l'eau une pâte liante*, plastique; c'est-à-dire qu'on peut la mouler pour faire des statues. Gâchée avec l'eau et tassée au moyen d'un pilon au fond des bassins, l'*argile* y forme une *couche imperméable*, c'est-à-dire que l'eau ne peut la traverser. Elle se laisse rayer par l'ongle, elle happe à la langue et ne fait pas effervescence avec les acides.

Chauffée fortement, l'argile perd l'eau qu'elle renfermait et devient très dure; on en fait des briques, des poteries et des tuiles.

L'argile est un élément essentiel de la terre végétale qui, grâce à elle, retient l'humidité nécessaire au développement des plantes.

Roches argileuses. — La plus pure de toutes ces roches est le *kaolin*, argile blanche qui forme d'importants gisements à Saint-Yrieix (près de Limoges); on exploite ces gisements pour la fabrication de la porcelaine de Sèvres.

L'*argile plastique* fait avec l'eau une pâte liante, employée pour le *modelage*, la *fabrication des poteries* et des briques réfractaires; on l'extrait à Issy et à Vanves.

L'*argile smectique* ou *terre à foulon*, grise ou verte, est difficile à délayer dans l'eau; elle a pour propriété d'absorber les

matières grasses : aussi l'emploie-t-on au nettoyage, au *foulonnage* des étoffes de laine.

Certaines argiles sont ferrugineuses, d'une couleur rouge, jaune ou noire, variable avec l'hydratation de l'oxyde de fer ; ce sont : les *ocres* (rouge ou jaune) et la *terre de Sienne* (noire).

Les *schistes* ou *phyllades* sont des roches argileuses anciennes qui se débitent par minces feuillets parallèles. Les *ardoises* sont des phyllades à grain fin, exploitées à Trélazé (près d'Angers) et à Fumay (Ardennes).

3° Calcaire. — Le calcaire (carbonate de calcium) se reconnaît à ce qu'*il est facilement attaquable par les acides ;* on dit qu'*il fait effervescence.* Si l'on verse un peu d'acide chlorhydrique sur un morceau de craie, aussitôt se dégagent de nombreuses bulles de gaz carbonique

$$CO^3Ca + 2HCl = CaCl^2 + H^2O + CO^2.$$

Le calcaire est rayé par l'acier.

La chaleur le décompose en chaux vive (CaO) et en gaz carbonique qui se dégage (CO^2) : on se base sur cette propriété pour fabriquer la chaux vive employée dans la *construction* des maisons et pour le *chaulage* des terres trop argileuses.

Il faut avoir soin d'éteindre la chaux vive avant de l'utiliser : pour cela, la chaux vive est mise au contact de l'eau, se combine avec elle, se pulvérise et forme la *chaux éteinte ;* cette combinaison est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur.

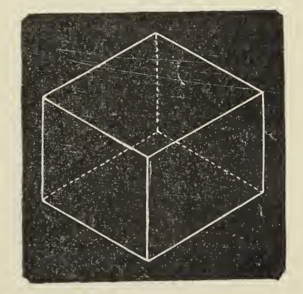


Fig. 431. — Spath d'Islande (rhomboèdre).

[Un mélange de chaux éteinte et de sable s'appelle *mortier.*]

Le calcaire se dissout en petite quantité dans l'eau chargée de gaz carbonique ; les animaux et les plantes peuvent ainsi s'en nourrir.

La plupart du temps, le calcaire est amorphe ; il peut aussi se présenter en cristaux : soit sous la forme de rhomboèdre limité par 6 faces égales en forme de losange, c'est alors le *spath d'Islande* (fig. 431) ; soit sous la forme de prisme droit à base losangique, c'est alors l'*aragonite.*

Roches calcaires. — Les principales roches calcaires sont nombreuses :

La *craie* est une roche blanche, friable, formée de grains amorphes de carbonate de calcium réunissant une foule de débris organiques (coquilles de Foraminifères et de Mollusques, spicules d'Éponges et de Polypes).

La craie forme d'immenses dépôts en Normandie (falaises de la Manche), aux environs de Paris (craie de Meudon), dans la Champagne, la Touraine, etc.

Le *calcaire grossier* est dû à l'accumulation des coquilles de Mollusques, en général bien conservées; c'est la *pierre à bâtir* criblée de trous dus aux empreintes de coquilles, si abondante aux environs de Paris.

Le *calcaire lithographique*, à grain très fin, est employé pour la *gravure sur pierre* [1].

Un certain nombre de calcaires anciens sont devenus *cristallins :* ce sont les *calcaires saccharoïdes* et les *marbres.*

Le *calcaire saccharoïde* est ainsi appelé parce que, formé de petits grains de spath associés, il présente la cassure du sucre.

Les *marbres blancs de Paros et de Carrare* sont des calcaires saccharoïdes d'un blanc pur, propres à faire de magnifiques *statues.*

Les *marbres* sont des calcaires cristallins plus ou moins impurs, susceptibles d'un beau poli, qu'on peut tailler en plaques ou en tables. Ils sont pénétrés de matières bitumeuses ou ferrugineuses, de coquilles, qui influent sur leur couleur et leur aspect. Tels sont : le *marbre* noir *de Sainte-Anne,* en Belgique; le *marbre griotte* de l'Aude, à fond brun parsemé de taches rouges; le *marbre* rouge *des Pyrénées.* Tous sont employés pour orner les cheminées, les dessus de meubles, etc.

Les *tufs*, les *travertins*, etc., sont des dépôts de carbonate de calcium dus à l'évaporation de l'eau de mer ou d'une eau de source, riche en calcaire *dissous à la faveur du gaz carbonique.*

---

1. Sur la surface *polie* de la pierre, on trace avec un crayon gras le dessin à reproduire ; puis, avec une éponge imprégnée d'eau acidulée, on lave la pierre qui est attaquée seulement aux points où manque la trace du crayon. Le dessin, mis en relief, retiendra seul l'encre d'imprimerie lorsqu'on passera sur la pierre lithographique un rouleau imprégné de cette encre.

Il suffit, après cette opération, d'appliquer successivement une série de feuilles de papier sur la pierre, pour que le dessin y soit exactement reproduit.

Quand ce gaz se dégage, le calcaire se précipite : tel a été le mode de formation du travertin de Champigny (près de Paris), du travertin de Sézanne (Marne).

On appelle **marne** un mélange de calcaire et d'argile avec lequel on *amende* les terres acides ou pauvres en calcaire ; elle permet aux terres trop légères de conserver mieux l'humidité.

Certaines marnes donnent, par la cuisson, de la *chaux hydraulique qui fait prise sous l'eau ;* cette chaux est employée avec le sable pour la construction des piles de ponts, des jetées, des digues.

Le *ciment* est une variété de chaux hydraulique qui, gâchée avec l'eau, se solidifie en un instant.

RICHESSE MINÉRALE DE LA TERRE

La surface de la terre, plus ou moins désagrégée par les agents atmosphériques, enrichie d'une foule de débris organiques, constitue la *terre végétale* à laquelle l'agriculteur donne tous ses soins.

Si la terre végétale est une source de richesse, il en est aussi de même des assises profondes : on en extrait des matériaux de construction et d'ornementation, des produits industriels variés (kaolin, calcaire lithographique, argile plastique, etc.).

On en peut retirer encore d'autres matériaux utiles : les **phosphates** précieux en agriculture ; le **gypse** et le **sel gemme**, produits de l'évaporation des eaux lagunaires ; l'**anthracite**, la **houille**, le **lignite** et la **tourbe**, charbons précieux surtout comme combustibles, résultant de la décomposition lente des végétaux enfouis dans la vase.

Phosphates de calcium. — Le phosphate de calcium abonde dans la nature. Il forme des *filons* (page 429) dans les roches éruptives où il est cristallisé à l'état d'*apatite*, phosphate de calcium combiné avec du fluorure de calcium $[3(P^2O^8Ca^2) + CaF^2]$.

On le trouve en *nodules* gris ou bruns de phosphate tricalcique $[P^2O^8Ca^3]$:

dans les roches sédimentaires de divers étages géologiques ; dans les calcaires liasiques des environs d'Avallon et d'Auxonne ; dans l'oolithe ferrugineuse de Sully, en Normandie ; dans les sables et graviers de Vailly (près de Sancerre) ; dans les sables

verts du Gault des Ardennes et du Boulonnais; au même niveau dans le nord du Dauphiné, l'Ardèche, le Gard (à Salazac), la Drôme (à Clausayes), etc. Sous le calcaire nummulitique de l'Algérie, à Tébessa (département de Constantine), il en existe d'énormes dépôts.

Dans les hauts plateaux calcaires du Quercy qui ont été parcourus par les eaux douces au début de l'ère tertiaire, on trouve des *poches* ou des crevasses terminées en pointe au fond, évasées près de la surface du sol.

Ces poches contiennent, à la partie supérieure, des argiles rouges et des marnes; plus bas, elles sont comblées par un dépôt de *phosphorite* ou phosphate de calcium concrétionné, moins riche en fluor et en chlore que l'apatite. Des ossements de Vertébrés abondent au milieu de l'argile qui remplit les poches; ils y sont transformés en phosphate; on a même trouvé des animaux dont les tissus mous étaient phosphatés [1].

Les phosphates naturels sont utilisés comme *engrais* en agriculture; bien qu'insolubles dans l'eau, ils sont peu à peu dissous par les poils absorbants des racines des végétaux; d'où la nécessité de les répartir assez profondément dans le sol à l'état de poudre très fine.

On transforme par l'acide sulfurique le phosphate tricalcique insoluble en *superphosphate* ou phosphate monocalcique soluble, *d'un excellent usage dans les terres calcaires.*

Gypse. — C'est du sulfate de calcium hydraté ($SO^4Ca + 2H^2O$) se présentant sous des aspects divers : *gypse saccharoïde* à cassure comparable à celle du sucre; *gypse fibreux, gypse en fer de lance,* formé de nombreuses lamelles transparentes su-

---

1. L'origine de ces phosphates est diverse :

L'*apatite* est répandue dans toutes les roches éruptives dont elle est l'un des matériaux de première consolidation. [Elle y forme généralement des prismes hexagonaux en aiguilles plus ou moins brisées.]

Les *nodules* de phosphate, particulièrement abondants dans les sables verts du Gault (Ardennes, Boulonnais et Angleterre) où ils portent le nom de *coquins*, résultent d'un dépôt chimique de phosphate de calcium, en couches concentriques, autour d'un Foraminifère ou d'un autre corpuscule central.

Ce dépôt a été effectué au sein des océans et des cours d'eau renfermant du phosphate en dissolution; sa formation présente une grande analogie avec celle des oolithes du calcaire oolithique (page 420).

La formation des phosphorites paraît due, en partie tout au moins, à l'émission de vapeurs nuisibles d'origine interne : les animaux qui venaient se désaltérer aux sources des plateaux du Quercy tombaient asphyxiés par ces vapeurs; leurs cadavres se sont ainsi accumulés dans les points où se trouvent actuellement les fentes à phosphates. [Un phénomène identique a été observé de nos jours aux environs d'Aden.]

perposées (fig. 432); *albâtre*, variété assez compacte pour subir le polissage. Le gypse est abondant sous le sol de Paris (Montmartre), aux environs de Paris (Argenteuil, Montmorency), en Lorraine, en Autriche, etc. [Partout il est voisin de lentilles de sel gemme.]

Le gypse peut être rayé par l'ongle, il ne fait pas effervescence avec les acides. Il est plus connu sous le nom de *pierre à plâtre :* quand on le chauffe entre 115 et 130°, il perd son eau de cristallisation et donne une poudre blanche appelée *plâtre*.

Fig. 432. — Gypse en fer de lance

Gâché avec de l'eau, le plâtre s'y combine et forme une pâte plastique qui augmente de volume ; cette pâte prend l'empreinte des moules où on l'a coulée et acquiert une grande dureté.

On revêt de plâtre les murs des habitations. Le *stuc*, capable de recevoir un beau poli comme le marbre, est obtenu en gâchant le plâtre avec de l'eau gommée.

En agriculture, on sème le plâtre au printemps sur les vieilles prairies artificielles, afin de stimuler leur végétation en rendant plus assimilables les sels de potassium, sous la forme de sulfate de potassium.

Le **sel gemme** [chlorure de sodium] est identique au sel marin ou sel de cuisine. Il est transparent, très soluble dans l'eau ; sa dissolution, soumise à l'évaporation, abandonne des cristaux cubiques groupés en trémies (fig. 433). [On l'obtient à cet état en faisant évaporer l'eau de mer dans les marais salants.]

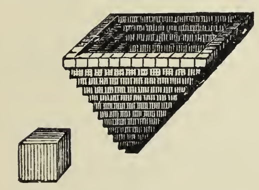


Fig. 433. — Sel gemme en trémie et en cube.

Le sel gemme forme des amas lenticulaires entre des couches imperméables à l'eau, telles que les argiles et les marnes.

On en trouve d'abondants gisements en Lorraine (Dieuze, Vic, Varangeville), dans le Jura (Salins, Lons-le-Saulnier). Les plus riches gisements sont ceux de Wieliczka, en Galicie.

Charbons. — **L'anthracite** est un charbon compact, brillant, bon conducteur de la chaleur, renfermant au plus 10 pour 100 de matières étrangères.

Distillé en vase clos, l'anthracite donne peu de gaz d'éclai-

1. Voir les *Cours de chimie*.

rage [1]; il brûle en dégageant beaucoup de chaleur : de là son emploi pour le chauffage des locomotives.

La **houille** est moins pure, en général, et moins compacte que l'anthracite; elle renferme de 75 à 90 pour 100 de carbone. Elle présente des variétés appelées *houilles grasses*, *houilles maréchales*, *houilles à gaz*, *houilles maigres*, suivant leur richesse en charbon et la quantité de gaz d'éclairage qui s'en dégage quand on les distille en vase clos [1].

La houille forme des amas puissants en France [Nord et Pas-de-Calais (fig. 434), Plateau central (fig. 435)], en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, au Tonkin, etc.

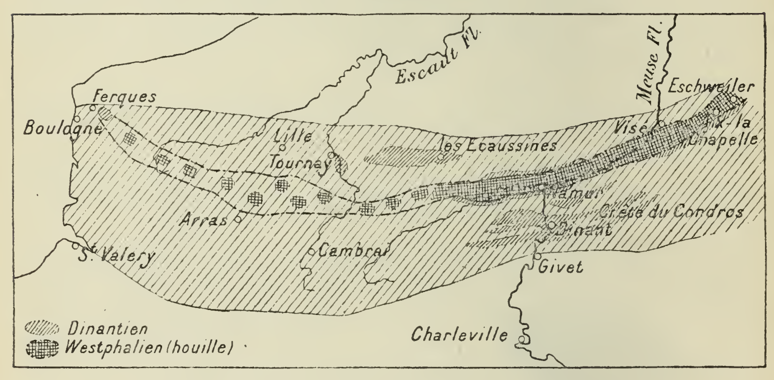


FIG. 434. — Carte du bassin carboniférien franco-belge.

Dans le bassin du Nord, les principaux centres d'exploitation sont : Vieux-Condé, Fresnes, Vicoigne, pour les *houilles maigres;*
Aniche, Anzin, Douai, Denain, pour les *houilles demi-grasses ;*
Liévin, Lens, Mons, etc., pour les *houilles grasses.*

Les principaux bassins houillers du Plateau central sont : celui de Saint-Étienne, Rive-de-Gier; celui du Creusot, Montchanin, Blanzy-Bert; celui de Souvigny-Champagnac; celui de Commentry; celui d'Aubin et Decazeville, de la Grand-Combe, etc.

En Angleterre, le nombre et l'étendue des bassins houillers sont considérables, particulièrement à Newcastle et au sud du pays de Galles.

La Belgique (Mons, Charleroi, Namur) et l'Allemagne (bassin de la Rühr en Westphalie) sont également riches en houille.

Les dépôts houillers sont constitués par la superposition de couches à peu près parallèles, infléchies ou disloquées, séparées par des bancs de schistes ou de grès.

1 Voir *Cours de chimie.*

Les couches atteignent une épaisseur moyenne de 1 mètre; certaines ont quelques centimètres seulement; d'autres ont une puissance de 3 ou 4 mètres.

Dans le bassin du Nord ou *bassin franco-belge*, les lits sont nombreux, très étendus et peu épais. Au contraire, les petits *bassins du Plateau central* renferment des bancs de houille peu étendus et plus épais.

La *houille* est due à la *décomposition lente de végétaux enfouis à l'abri de l'air*, au fond de l'eau ou de la vase des marécages et des lacs (voir page 447).

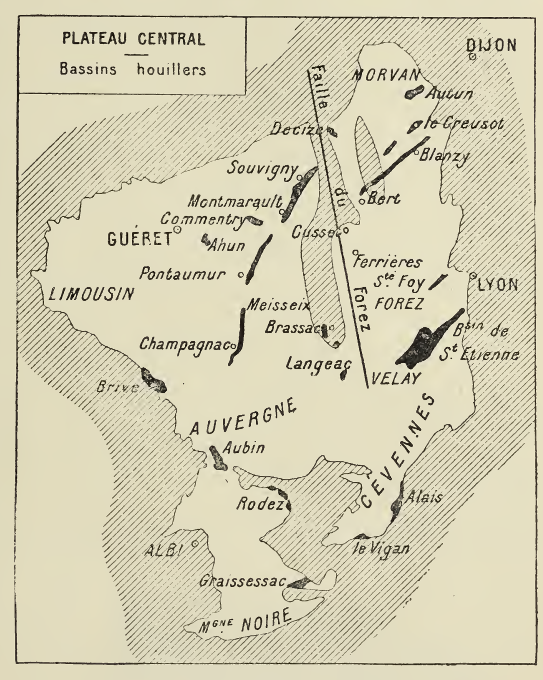


Fig 435. — Bassins houillers

Les empreintes de tiges et de feuilles que portent les schistes et les grès interposés, les débris organisés découverts dans la houille même, sont autant de preuves de l'origine de la houille.

Le **lignite** est un charbon compact, terreux, brun et mat en général, contenant plus de 20 pour 100 d'impuretés; sa formation est plus récente que celle de la houille (environs de Laon et de Soissons). Certaines variétés noires et très dures, appelées *jais* ou *jayet*, susceptibles d'un beau poli, servent à la fabrication des bijoux de deuil.

La **tourbe** est une variété de charbon excessivement impure, due à la décomposition lente des Mousses, des *Carex*, etc., plantes qui vivent dans une *eau limpide, peu courante,* à une *température moyenne de* 6 *à* 8° (page 375).

L'Irlande avec son atmosphère humide réalise ces conditions; aussi y trouve-t-on plus d'un million d'hectares de tourbières (*bogs*) où la tourbe atteint 8 à 10 mètres d'épaisseur. Ce produit noir, terreux, se rencontre aussi dans la vallée de la Somme, dans les plaines de l'Allemagne du Nord et de la Lithuanie, où les classes pauvres l'exploitent comme combustible.

La tourbe brûle mal, répand beaucoup de fumée et exhale une odeur infecte; elle est plus utilisable quand on la débite en pains et qu'on la laisse sécher.

La tourbe noire de Sphaigne contient environ 64 pour 100 de charbon.

II. — ROCHES CRISTALLINES (IGNÉES).

La plupart de ces roches sont dues à la solidification de matières fondues provenant du noyau central de la terre.

Elles comprennent des **roches éruptives** et des **roches cristallophylliennes**.

Principaux éléments des roches cristallines (ignées). — Examinons à la loupe la cassure fraîche d'un fragment de granite (fig. 436); nous y voyons : des cristaux de *mica* noir, en fines lamelles hexagonales orientées en tous sens, et des cristaux de *feldspath* rose ou blanc, tous cimentés par du *quartz* transparent également cristallisé.



Fig. 436. — Granite (les parties noires représentent les cristaux de mica non orientés).

Au **quartz**, au **feldspath** et au **mica**, qui composent d'immenses massifs cristallins, on peut ajouter d'autres éléments un peu moins importants : l'**amphibole**, le **pyroxène** et le **péridot**.

1° **Quartz.** — Il a été étudié précédemment (page 384).

2° **Feldspath.** — C'est un élément comprenant toujours du *silicate d'aluminium*, combiné à du silicate de potassium, de sodium ou de calcium.

Les cristaux de feldspath sont blancs, rose-chair ou grisâtres, moins durs que l'acier ; ils s'altèrent à la longue sous l'influence de l'eau acidulée par l'acide carbonique.

Ainsi le feldspath orthose (silicate d'aluminium et de potassium) est altéré par l'eau dont l'acide carbonique (CO^2) transforme le silicate de potassium en carbonate soluble ; le silicate d'aluminium isolé est une argile pure appelée *kaolin*, mélangée de silice :

Orthose.	Silicate d'aluminium	Silicate d'aluminium (kaolin).
	Silicate de potassium + CO^2	Silice. Carbonate de potassium soluble.

3° **Mica.** — Le mica est un silicate d'*aluminium*, de potassium, de fer et de magnésium. Il a l'aspect de minces feuillets élastiques, superposés et *brillants*, ordinairement réduits à de fines lamelles hexagonales.

Plus un mica est ferrugineux, plus il est coloré.

Ses principales variétés sont : le *mica noir* et le *mica blanc*.

Feldspath et mica sont des éléments légers, de densité inférieure à 2,7.

4° **Amphibole.** — L'amphibole est un silicate de magnésium, de calcium et de fer, dans lequel *la magnésie prédomine sur la chaux.*

La variété la plus commune en est l'*Hornblende* d'un noir verdâtre, riche en oxyde de fer magnétique ; une autre variété s'appelle l'*Amiante* dont on fait des tissus qui ne peuvent brûler.

5° **Pyroxène.** — Il diffère de l'amphibole par la *prédominance de la chaux sur la magnésie.*

La principale variété en est l'*Augite*, comparable à l'*Hornblende* en ce qu'elle renferme aussi beaucoup d'oxyde de fer magnétique.

6° **Péridot.** — C'est un silicate de magnésium presque pur dont la variété principale est l'*Olivine* verte qui, en se combinant à l'eau, donne la *serpentine* répandue dans les Alpes.

Amphibole, pyroxène et péridot sont des éléments lourds de densité supérieure à 3, moins riches en silice que les éléments précédents ; leur grande densité est due à l'oxyde magnétique de fer et à la chaux.

Principales roches éruptives. — Une roche éruptive est **granitoïde** quand elle est entièrement composée de cristaux (granite) ; elle est **trachytoïde** quand elle consiste en une pâte remplie de cristaux microscopiques appelés *microlithes* (trachyte, basalte).

Roches granitoïdes. — Les principales sont : le *granite*, la *granulite*, la *pegmatite*, la *syénite* et les *porphyres*.

Granite. — *Le granite est formé de cristaux de quartz, de feldspath et de mica.* [Le mica noir a cristallisé d'abord, puis le feldspath, dans une pâte siliceuse qui, se solidifiant à son tour (quartz), a cimenté les cristaux primitivement formés.]

Les cristaux sont à peu près d'égale dimension dans le granite à *grain fin* de Vire et de Bretagne ; les cristaux de feldspath sont beaucoup plus volumineux que les autres dans le granite *porphyroïde* de Cherbourg et de Gelles (Puy-de-Dôme).

Le granite sert de *pierre de construction*, pour le *pavage* des rues, le *dallage* des trottoirs. Il s'altère à la longue par l'action de l'eau sur le feldspath et le mica (page 395).

Granulite. — C'est un granite à *grain fin* renfermant du mica noir et du *mica blanc*, avec du quartz en petits cristaux bipyramidés. Sa couleur est rose-chair (granulite du Limousin, du Morvan, du Mont-Saint-Michel).

Pegmatite. — Cette roche est une granulite où le mica blanc est rassemblé en lames hexagonales empilées en certains points.

Le quartz forme des taches grises sur la cassure des cristaux de feldspath dans lesquels il est inclus.

Remarque. — Les roches granitiques précédentes forment des *masses importantes* en France : dans le Plateau Central, la Bretagne, le Cotentin, les Alpes et les Pyrénées.

Syénite. — La syénite est une roche à structure granitique *sans quartz ;* le feldspath orthose rose s'y associe à l'*amphibole hornblende* d'un vert foncé (Vosges).

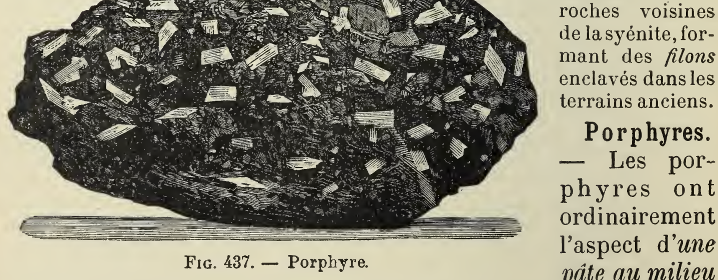
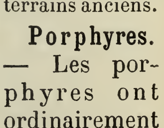


Fig. 437. — Porphyre.

Remarque. — La *diorite* et la *diabase* sont des roches voisines de la syénite, formant des *filons* enclavés dans les terrains anciens.



Porphyres. — Les porphyres ont ordinairement l'aspect d'*une pâte au milieu de laquelle sont inclus des cristaux plus ou moins volumineux* (fig. 437) ; l'examen microscopique d'une lame mince taillée dans

un porphyre montre que la pâte, en apparence amorphe, est elle-même formée de petits cristaux.

[Les porphyres ont cristallisé en 2 temps : dans la 1re période se sont formés les grands cristaux; puis est survenu un assez brusque refroidissement qui a déterminé la consolidation du reste de la masse.]

Les porphyres forment des *nappes* ou des *filons* abondants dans le Plateau Central (Morvan, environs de Roanne et de Brives).

Les porphyres sont employés pour l'ornementation des édifices (colonnes, chapiteaux, vases, etc.).

II. Roches trachytoïdes. — Les principales sont : les *trachytes*, les *basaltes* et les *laves* dont l'*origine* est *volcanique.*

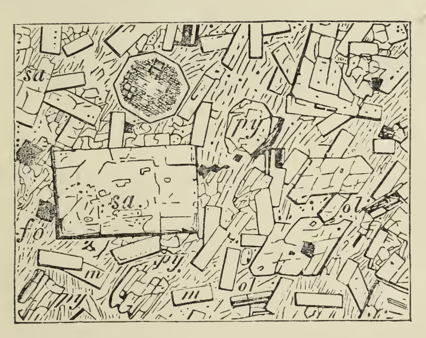


Fig. 438. — Trachyte vu au microscope (gr 60). *sa*, sanidine; *py*, pyroxène augite; *ol*, oligoclase; *m*, microlithes

Trachyte. — Le trachyte est une roche grise, *rude au toucher*, formée d'une pâte microlithique où sont enclavés de gros cristaux craquelés de feldspath *sanidine* (fig. 438).

On y trouve une assez forte proportion d'oxyde magnétique de fer [trachyte du Plateau Central : pic de Sancy, plomb du Cantal].

Basalte. — On appelle ainsi une roche noire, compacte, dont la *pâte microlithique, riche en oxyde magnétique de fer, englobe des cristaux de péridot.* Le basalte dévie l'aiguille aimantée.

Il forme d'importantes coulées dans le Plateau Central : Cantal, Puy-de-Dôme et Haute-Loire.

Les coulées de basalte, en se refroidissant, se sont contractées et divisées en colonnes prismatiques hexagonales [*Orgues* de Murat, de Saint-Flour et d'Espaly, grotte de Fingal dans l'île Staffa en Écosse, fig. 439].

Lave. — C'est la matière fondue, incandescente, rejetée par les volcans actuels; elle a une composition variable avec le vol-

can qui l'émet, différant aussi pour un même volcan avec le niveau où elle sort du cratère.

La lave du Vésuve et de l'Etna (Italie) est noirâtre comme un

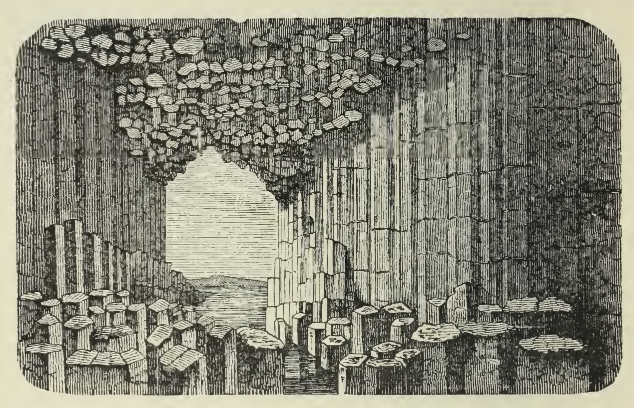


Fig. 439. — Colonnes prismatiques de basalte dans la grotte de Fingal (Ile Staffa, Écosse).

basalte; celle de l'île d'Ischia (environs de Naples) est grise comme un trachyte.

Principales roches cristallophylliennes. — Les roches cristallophylliennes (*cristaux en feuillets*), qui forment la



Fig. 440. — Gneiss (figure schématisée).

majeure partie de l'écorce terrestre, ont une *structure cristalline* comme les roches éruptives; mais leurs cristaux sont disposés en *feuillets parallèles* comme les formations sédimentaires.

Les principales de ces roches sont :

Le **gneiss** (fig. 440), de même composition que le granite ; mais les paillettes de mica y sont disposées en couches séparées par des bandes de quartz ou de feldspath ;

Le **micaschiste**, d'aspect feuilleté et brillant dû à l'abondance des lits de mica, séparés par de minces feuillets de quartz.

Les **amphibolites, chloritoschistes**, etc., renfermant de l'amphibole, de la chlorite (silicate d'aluminium, de fer et de magnésium), en paillettes flexibles d'un vert foncé.

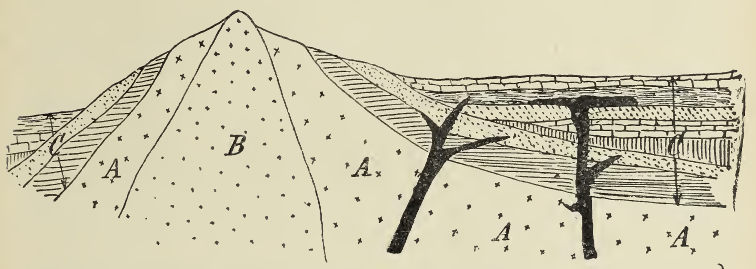


FIG. 431. — Figure théorique représentant l'arrangement relatif des diverses roches. *B*, massif éruptif (granite). *A*, roches cristallophylliennes. *C*, roches sédimentaires traversées par des filons éruptifs plus ou moins récents.

Arrangement des roches. — De ce qui précède, il résulte que : 1° les *roches cristallophylliennes, A* (fig. 441), occupent la partie profonde de l'écorce terrestre ; 2° les *roches sédimentaires, C*, reposent normalement sur les roches cristallophylliennes ; 3° les *roches éruptives, B*, traversent les unes et les autres en formant : soit des massifs puissants (*B*) comme les granites, soit des filons ou des nappes comme les porphyres et les roches trachytoïdes.

§ 3. ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES ACTUELS

La surface du globe subit *actuellement* des modifications sensibles surtout dans le relief des massifs montagneux, dans le contour des rivages maritimes, dans la forme du lit des cours d'eau.

Les *causes qui produisent ces changements* sont de même nature que celles qui ont sévi sur le globe dans les temps anciens : leur étude nous permettra donc d'entrevoir les phénomènes qui se sont manifestés autrefois, phénomènes auxquels nous avons déjà fait allusion pour expliquer l'origine de la terre et des roches qui en composent l'écorce.

Deux causes principales, l'une **externe**, l'autre **interne**, influent sur la *stabilité apparente* de l'écorce terrestre.

1° *La* **cause externe** *principale est la chaleur que le soleil envoie à la terre.* Ses facteurs sont l'*air* et l'*eau*.

En effet, l'atmosphère inégalement échauffée en ses divers points est le siège de courants; les *vents* qui soufflent agitent la surface des mers et augmentent la puissance des *vagues* précipitées contre les côtes.

A la chaleur solaire est due l'évaporation des mers, des lacs et des cours d'eau, suivie de la précipitation de la vapeur sous forme de pluie ou de neige.

Torrents, glaciers et *cours d'eau* qui en résultent, modifient la configuration de la croûte terrestre.

2° *La* **cause interne** *principale est la contraction progressive du noyau central* qui se refroidit continuellement.

Les *plissements* de l'écorce terrestre en résultent avec toutes leurs conséquences : tremblements de terre, éruptions volcaniques, etc.

TABLEAU XX.

Phénomènes actuels.

L'écorce terrestre n'a qu'une *stabilité apparente:* elle se modifie sous l'influence:

1° de la *chaleur solaire* et des *êtres vivants* (causes externes);
2° de la *contraction progressive du noyan central* (cause interne).

§ 1. CAUSES EXTERNES

- Agents: *Air. Eau. Organismes vivants.*
- **Action de l'air**
  - Érosion: Poussières transportées par les *vents.*
  - Édification: *Dunes.*
- **Action de l'eau.**
  - *Eaux marines.*
    - Érosion. Désagrégation des côtes: Galets; Cailloux roulés; Sables; Limon.
    - Édification. Cordons littoraux.
  - *Eaux continentales.*
    - *Eau de ruissellement.*
      - *Torrent* — Cône de déjection.
      - *Cours d'eau proprement dit.*
        - Érosion. Creusement et rectification du *lit.* Chutes d'eau. Lacs.
        - Édification. Alluvionnement. Estuaires. Deltas.
    - *Eau d'infiltration.*
      - *Nappe souterraine.* Sources. Puits. Puits artésiens.
      - Érosion. Cours d'eau souterrains. Effondrements.
      - Édification: Stalactites. Stalagmites.
    - *Glace.*
      - Origine d'un glacier: Neige. Névé. Glace.
      - Mouvements des glaciers. Crevasses. Moraines. Blocs erratiques. Boues glaciaires.
      - Glaces flottantes.
- **Action des organismes vivants.** Récifs madréporiques.

§ 1. — CAUSE INTERNE

- Agent: *Noyau central* se contractant par refroidissement.
- **Tremblements de terre.**
  - *Dégagements gazeux* à travers les fissures de l'écorce terrestre
  - *Secousses* de grande amplitude.
- **Phénomènes volcaniques.**
  - Définition d'un volcan. Caractères d'une *éruption.*
  - *Produits rejetés*
    - solides = Scories. Bombes. Sables et cendres volcaniques.
    - liquide = Lave.
    - gazeux = (Fumerolles) HCl, SO^2, AzH^3, H, H^2O, H^2S, CO^2,
  - *Classification.*
    - *Volcans actifs* = activité *continue;* activité *intermittente.* — *Volcans sous-marins.*
    - *Volcans éteints* (Auvergne).
- **Phénomènes faisant suite aux précédents.** *Solfatares. Sources thermales diverses, etc.*
- **Mouvements lents de l'écorce terrestre.** = Soulèvements et affaissements.

A. — PHÉNOMÈNES D'ORIGINE EXTERNE

I. ACTION DE L'ATMOSPHÈRE

Pendant les périodes de sécheresse prolongée, le sol se crevasse, se divise en fine poussière que le *vent* soulève en tourbillons épais. Toute roche, quelle que soit sa dureté, éclate et subit ainsi une désagrégation superficielle sous l'influence alternative de la sécheresse et de l'humidité.

Dunes. — Les matériaux transportés par le vent s'accumulent en des lieux abrités (vallées, dépressions du sol).

Les ouragans qui se déchaînent dans les déserts transportent parfois d'immenses masses de sable qui se déposent en monticules ou **dunes** atteignant jusqu'à 200 mètres de hauteur (*dunes continentales*).

Des *dunes maritimes* se remarquent en France sur les côtes de Gascogne, à Saint-Pol-de-Léon (Bretagne), à Carteret (Cotentin).

Leur hauteur atteint 100 mètres en Cornouailles (Angleterre).

Formation des dunes maritimes. — Ce sont, le long du rivage, des ondulations plus ou moins parallèles entre elles.

Fig. 442. — Formation des dunes.

Dans les points où la plage en pente douce, AB (fig. 442), reçoit du sable fin rejeté par la mer, ce sable est séché par le soleil; le vent en soulève les particules qui montent à l'assaut de la côte et s'accumulent contre les moindres obstacles qu'ils enfouissent.

A la longue, le sable forme, en avant de la côte, une sorte de vague limitée par 2 plans inégalement inclinés, *p*, *p'*. La surface de la bande sableuse est mobile; le vent qui rase la crête B en fait rouler les grains le long de la pente abrupte, *p'*, tandis que d'autres grains gravissent le plan *p* et viennent les remplacer. Le phénomène se continuant d'année en année, on prévoit l'ensablement de la région avoisinant la mer.

Au siècle dernier, Brémontier, ayant calculé que les dunes de Gascogne progressaient de 20 à 25 mètres par an dans les terres qu'elles stérilisaient, entreprit de les *fixer*.

Certaines plantes développent rapidement leurs racines dans le sable des dunes (*Carex* et *Saule des sables*, etc.). On en fait un semis; au bout de peu de temps, les jeunes végétaux fixent la surface de la dune; puis on y plante de jeunes *Pins maritimes*.

Le vent ne peut désormais soulever le sable fixé par les herbes, ni édifier de nouvelles dunes, car sa vitesse est à peu près annulée par la résistance des arbres.

Aujourd'hui, les plantations de Pins ont donné aux Landes de Gascogne la sécurité et une source de richesse.

Effets des dunes. — Sur le littoral de la Gascogne, en particulier, les sables ont comblé le lit des cours d'eau qui aboutissaient autrefois à la mer; les eaux, arrêtées en arrière des dunes, ont formé une série d'étangs dont les principaux sont ceux de Lacanau, de Cazau, de Parentis, d'Aureilhan, etc.

II. ACTION DE L'EAU

Mouvement de l'eau à la surface du globe. — L'eau des océans s'évapore (fig. 443); la vapeur qui en provient se répand dans

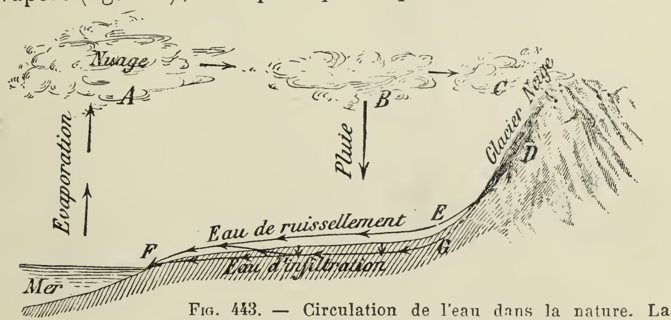


Fig. 443. — Circulation de l'eau dans la nature. La vapeur d'eau, due à l'évaporation des mers, se résout en *nuages* dans les régions élevées de l'atmosphère; les nuages, poussés par les vents au-dessus des continents, s'y condensent en *pluie* ou en *neige*; il en résulte de l'*eau de ruissellement* et de l'*eau d'infiltration* qui font peu à peu retour aux océans

l'atmosphère et s'y condense partiellement en fines gouttelettes dont la réunion forme les nuages. Nuages et vapeur d'eau sont entraînés par les vents au-dessus des continents, s'y condensent en neige dans les régions froides, en pluie dans les points où la température est supérieure à 0°.

La neige se transforme en glace qui descend lentement vers les vallées, y fond et donne naissance à des cours d'eau.

L'eau de pluie qui tombe sur le sol se divise en 3 parties : l'*eau d'évaporation* (vapeur d'eau) qui retourne dans l'atmosphère; l'*eau de ruissellement* qui coule sur le sol; l'*eau d'infiltration* qui y pénètre et forme des nappes d'eau souterraines, regagnant la mer avec l'eau de ruissellement.

L'eau part donc d'un immense *bassin d'évaporation :* l'océan; elle se répand à la surface des continents, y entretient la vie et retourne à l'océan qui en est aussi le *bassin de réception.*

1° ACTION DE LA MER

Les eaux marines sont soumises à des mouvements de flux et de reflux qui produisent les *vagues* parfois très hautes, surtout



Fig. 444. — Érosion des côtes par les vagues.

lorsqu'elles se brisent contre un rivage à pic; alors elles atteignent 20, 50, 80 mètres (fig. 444).

Toutefois l'agitation des eaux n'affecte que la surface de la mer; ses actions destructive (*érosion*) et édificatrice (*édification*) s'accomplissent principalement sur les côtes et à leur voisinage.

Érosion marine. — Soit une **côte granitique**, celle qui forme une partie du littoral de la Bretagne, par exemple.

Le choc répété des vagues en détermine la désagrégation : des éboulements importants se produisent; des *blocs* volumineux tombent au pied de la falaise, sont assaillis par la mer, précipités les uns contre les autres et se débitent en *galets* anguleux; remaniés par la vague, les galets perdent leurs angles et deviennent des *cailloux roulés*, puis des *sables grossiers*, enfin des *sables fins* quartzeux et du *limon* argileux (fig. 445).

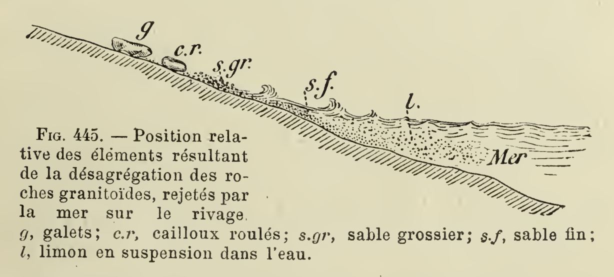


Fig. 445. — Position relative des éléments résultant de la désagrégation des roches granitoïdes, rejetés par la mer sur le rivage. *g*, galets; *c.r*, cailloux roulés; *s.gr*, sable grossier; *s.f*, sable fin; *l*, limon en suspension dans l'eau.

Les sables fins sont constamment mobilisés sur le rivage, le limon, entraîné dans les eaux calmes, se dépose, soit près du rivage, soit au large, formant autour des continents une ceinture de *boues vertes ou bleues*, large de 200 à 300 kilomètres.

La côte bretonne est très découpée, parce que ses divers points ont offert une résistance inégale à l'action des vagues.

L'érosion des **côtes sédimentaires** est plus rapide et plus régulière; ainsi la côte normande ne présente pas les nombreuses découpures de la côte bretonne.

Entre les embouchures de la Seine et de la Somme, la côte forme des falaises dont la base est accessible aux vagues à marée haute (fig. 446); celles-ci creusent le pied de la falaise, *C*; l'eau de pluie s'infiltrant dans la terrasse, *AB*, y produit des

fentes verticales qui en diminuent la compacité. Tôt ou tard, la portion de terrasse en saillie, *ABCD*, s'écroule dans la mer qui en dissémine les débris. Les rognons de silex contenus dans la craie sont transformés en galets et cailloux roulés qui recouvrent la plage.

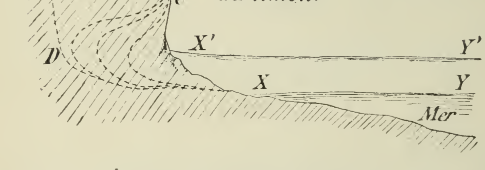


Fig. 446. — Érosion et recul des falaises. La mer, à marée haute, $X'Y'$, se précipite contre la base de la falaise qu'elle excave; la partie de la falaise *ABCD*, mal soutenue et entamée par l'infiltration des eaux de pluie, se détache tôt ou tard et la mer en disperse les éléments.

La destruction des *roches calcaires* et des *roches siliceuses* donne du *sable* calcaire ou siliceux; celle des *roches argileuses* donne du *limon*.

Édification. — On appelle *cordons littoraux* les alignements de galets et autres débris déposés au pied des falaises ou en travers des échancrures du rivage lorsque, dans la mer, se forme un courant qui longe la côte.

Entre l'eau agitée de l'Océan et l'eau plus tranquille d'une baie quelconque existe une zone dans laquelle se déposent les matériaux apportés par le courant; le cordon littoral s'accroît dans le même sens et peut transformer la baie primitive en une lagune fermée.

Les cordons littoraux concourent à l'extension des continents dont ils rectifient les contours.

Telle est l'origine des *polders* de la Hollande.

2° ACTION DES EAUX COURANTES

L'eau de pluie se partage sur le sol en *eau d'évaporation*, en *eau de ruissellement* et en *eau d'infiltration*.

La proportion qui passe à l'état de vapeur est considérable en été; une partie de l'eau qui subsiste à l'état liquide *ruisselle* sur le sol, l'autre s'y *infiltre*.

Ce partage dépend de la nature et de la pente du terrain qui reçoit la pluie. Moins la terre est perméable (roches cristallines, argile), plus elle est en pente (montagnes), plus il y aura d'eau de ruissellement. L'eau d'infiltration prédomine lorsque le sol est peu incliné et perméable (sables).

EAU DE RUISSELLEMENT. — Quand on dit que tel *cours d'eau prend sa source* dans un massif montagneux, cela signifie qu'une certaine surface, limitée par un contour net (ligne de hauteurs), reçoit l'eau de pluie qui alimente ce ruisseau.



Fig. 447. — Érosion par les torrents.

On appelle *cirque* ou *bassin de réception* d'un cours d'eau la surface bien déterminée qui concourt à son alimentation.

Si le bassin de réception est composé de roches imperméables ou en pente rapide, l'eau de ruissellement se préci-

pite, après chaque pluie, dans le lit incliné du cours d'eau qu'on appelle *torrent* (fig. 447). Une fois parvenues dans une région moins abrupte, les eaux atténuent leur vitesse, s'unissent à celles de *ruisseaux* voisins, forment des *rivières*, puis des *fleuves* dont le cours est de plus en plus tranquille jusqu'à la mer.

Torrent. — Érosion. — La chute des pluies sur un sol quelconque en désagrège peu à peu la surface; cette désagrégation est activée dans les régions montagneuses par les gelées et dégels successifs : l'eau qui imbibe toute roche augmente de volume en se congelant, écarte les diverses parties de la roche qui seront rendues plus indépendantes au prochain dégel; il suffit alors d'une faible impulsion, telle que la chute de la pluie, pour que des cailloux ou de petits fragments se détachent des flancs des montagnes.

La pluie tombant dans une région élevée entraîne de petits fragments de roches en s'écoulant; elle gagne le lit du torrent, augmente de vitesse et de puissance, ébranle des blocs volumineux, *affouille* et modifie son canal d'écoulement.

Dans une contrée montagneuse les torrents détruisent les forêts et entraînent les terres meubles cultivées.

On peut s'opposer à de tels ravages en *gazonnant* d'abord, puis en *boisant* les pentes soumises à l'action des pluies; c'est là un travail coûteux et pénible, mais indispensable. Les racines des plantes fixent le sol perméable et absorbent une partie de l'eau qu'elles reçoivent : ainsi se trouvent réduites la proportion et la vitesse de l'eau de ruissellement. *Il faut donc éviter avec soin de déboiser les régions montagneuses.*

Édification. — La plupart des matériaux entraînés par le torrent se déposent au point où, la pente ayant beaucoup diminué, la vitesse de l'eau s'amortit presque subitement; ils y forment un *cône de déjection,* amas confus de débris de tout volume et de toute nature.

Quand le torrent débouche dans un lac, les débris s'y déposent avec régularité et forment un *delta torrentiel* qui le comble lentement : le lac de Genève reçoit du Rhône des eaux boueuses et lui rend, à Genève, des eaux limpides. La localité du Port-Valais, qui s'élevait sur les bords du lac à l'époque romaine, en est aujourd'hui à 2 500 mètres.

Cours d'eau proprement dit. — Au torrent fait suite le cours d'eau proprement dit, dont les eaux plus tranquilles gagnent l'embouchure dans un lit qui subit de faibles changements.

1° *Le cours d'eau* (rivière ou fleuve) *a creusé d'abord son lit*, dans une *période torrentielle*. La preuve en est que les couches géologiques, en un même lieu, sont identiques et identiquement placées sur les deux flancs de la vallée où coule ce cours d'eau.

2° Puis le cours d'eau a fixé ses contours, pendant la *période de divagation, creusant ses rives concaves et déposant ses alluvions sur ses rives convexes.*

3° On appelle *état de régime* celui du cours d'eau qui, ayant cessé de divaguer, ne modifie plus guère son lit; il est cependant soumis à des variations de niveau (*crues* ou *étiage*), suivant qu'il roule une masse d'eau énorme (périodes de pluies abondantes) ou une quantité très faible (périodes de sécheresse prolongée).

L'état de régime n'est pas identique pour tous les cours d'eau, ainsi que nous le montre leur *débit* par seconde.

COURS D'EAU	DÉBIT EN MÈTRES CUBES			RAPPORT
	Étiage. (*a*)	Débit moyen.	Crues. (*b*)	$\frac{a}{b}$
La Seine à Paris.........	75	130	1 400	$\frac{1}{20}$
La Loire, à Orléans.......	25	132	10 000	$\frac{1}{400}$

Le rapport des débits d'étiage et de grandes crues est différent pour la Seine et la Loire, à égalité de débit moyen, parce que la Loire est alimentée par de nombreux affluents torrentiels qui descendent du Plateau Central, tandis que la Seine reçoit des rivières tranquilles provenant de terrains perméables, sauf l'Yonne et ses affluents venant du Morvan.

Le fleuve Saint-Laurent (Amérique) a un débit presque constant dû à l'existence, sur son trajet, des lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario, qui jouent l'office de *régulateurs.*

Érosion. — Les rivières *torrentielles* effectuent encore le creusement de leur lit et transportent beaucoup de matériaux; le travail effectué par les cours d'eau tranquilles est moindre.

Formation des chutes d'eau. — Soit *D* (fig. 448) le plan de séparation de deux couches sédimen-

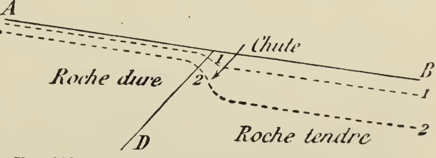


Fig. 448 — Formation d'une chute sur le trajet d'un cours d'eau

taires inégalement dures : *A*, la couche plus dure en amont; *B*, la couche plus tendre en aval.

L'eau affouille plus vite *B* que *A*; au bout de peu de temps, une *chute* se produira dans le plan de séparation des deux couches, chute dont la hauteur s'accentuera par la suite, comme le montre la série des lignes ponctuées de la figure, 1, 1; 2, 2.

Une chute de faible hauteur est une *cascade;* elle peut devenir une *cataracte*. La cataracte peut être aussi déterminée par une différence de niveau entre deux régions au milieu desquelles un cours d'eau a creusé son lit.

La cataracte du Niagara (fig. 449), doit son origine et son recul à ces deux particularités.

A l'origine, le Saint-Laurent coulait, à sa sortie du lac Erié, sur un plateau plus élevé que la plaine où se trouve le lac Ontario; l'escarpement était au voisinage de Queenstown. Or le fleuve s'est creusé une gorge dans les marnes et grès tendres qui en forment le soubassement; dans sa chute, l'eau excave ces roches plus tendres que le calcaire dur qui les surmonte; la masse de calcaire qui surplombe, minée par-dessous, tombe de temps à autre; la cataracte recule ainsi de $0^m,30$ par an.

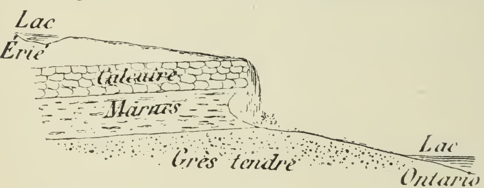


Fig. 449. — Chute du Niagara (coupe).

Formation des lacs. — Supposons, au contraire, que la couche *A* soit la plus tendre (fig. 450); il se produira, en *C*, une excavation dont la couche *B* est le *barrage;* l'eau s'y étalera en un *lac*.

L'affouillement cessera par la rupture du barrage ou par le dépôt d'alluvions que détermine la diminution de vitesse de l'eau.

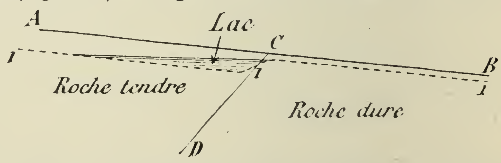


Fig. 450. — Formation d'un lac sur le trajet d'un cours d'eau

Édification (*Alluvionnement*). — La vitesse d'un cours d'eau diminue à mesure qu'on s'approche de son embouchure; les cailloux roulés, les sables grossiers cheminent jusqu'à une faible distance de la source, et se déposent en général au milieu du lit; les sables fins et le limon sont transportés jusqu'à l'embouchure

du fleuve, ou bien se déposent sur les rives et les terres avoisinantes en cas d'inondation (*limon de débordement*).

Estuaire. Delta. — Tout fleuve a échancré la côte pendant sa période torrentielle; son embouchure est un *estuaire* parfois très étendu (Tamise, Seine, Loire, Gironde).

Deux cas se présentent dans la suite :

1° Le fleuve, au *cours tranquille*, apporte *peu de matériaux* dans une *mer sujette à de fortes marées.*

2° Le fleuve a conservé un *régime torrentiel ;* il effectue ses apports dans une *mer soumise à de faibles marées.*

Dans le 1er cas, les sédiments fluviaux se déposent rapidement au contact de l'eau de mer avec l'eau douce (fig. 451); ils forment en travers de l'estuaire une *barre* sous-marine essentiellement mobile, sans cesse déformée par la marée : tels sont les sables déposés dans l'estuaire de la Seine où ils sont dangereux pour la navigation.

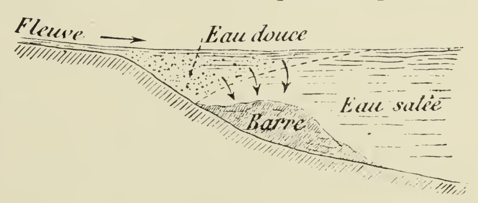


Fig. 451. — Formation d'une barre, à l'embouchure d'un cours d'eau, par la précipitation rapide dans l'eau salée du limon en suspension dans l'eau douce.

Les courants littoraux dispersent peu à peu ces dépôts le long des côtes et vers la haute mer, en sorte que la barre ne peut dépasser certaines limites dans l'estuaire.

Dans le 2e cas, au contraire, les alluvions qu'abandonne le fleuve à son embouchure sont peu remaniés par la mer; à la longue ils comblent l'estuaire, sous forme d'un dépôt triangulaire appelé *delta* (fig. 452); les eaux du fleuve parviennent alors à la mer par deux embouchures dans lesquelles se forment d'autres bancs du même genre, etc.

Fig. 452. — Delta

Les plus beaux deltas sont ceux du Nil, du Pô, du Rhône, dans la Méditerranée; du Gange, dans l'océan Indien; du Mississipi, dans le golfe du Mexique.

Le Mississipi verse par an 28 000 000 de mètres cubes d'alluvions dans le golfe du Mexique ; ces sédiments s'accumulent à l'embouchure du fleuve et forment dans la mer une digue en forme de patte d'oie avec 3 branches terminales. La longueur totale du delta est de 320 kilomètres.

Les sédiments roulés par les fleuves, les débris résultant de l'érosion des côtes par les vagues, se déposent au fond de la mer et constituent des *formations sédimentaires*.

EAU D'INFILTRATION. — L'eau qui s'infiltre dans un sol perméable (sables calcaires) y pénètre jusqu'à une profondeur limite marquée par l'existence d'une *nappe souterraine d'infiltration*, 1, 2, 3, 4 (fig. 453).

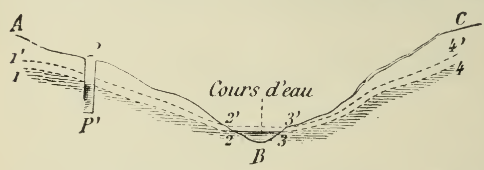


Fig. 453. — Nappe souterraine d'infiltration, 1, 2, 3, 4, présentant une configuration quelque peu analogue à la surface du sol A, B, C. Des pluies abondantes déterminent une augmentation de l'eau d'infiltration dont la nappe a pour niveau 1′, 2′, 3′, 4′. — p, p' puits ordinaire.

Malgré l'intermittence des pluies et la perméabilité du sol, il arrivera toujours un moment où une couche sera saturée d'eau *dans une terre perméable :* là sera le niveau de la nappe d'eau *dont la forme suivra les grandes lignes du relief du sol.*

Toute *couche imperméable* (argileuse par exemple), arrêtant l'eau d'infiltration, influe aussi sur l'établissement d'une nappe souterraine (fig. 454).

Sources. Puits. — La nappe d'infiltration affleurant à la surface du sol en une région donnée, il existera un certain nombre de *sources* suivant la ligne d'affleurement (fig. 454).

Fig 454 — La nappe d'infiltration, couvrant une couche d'argile qui affleure en a', détermine en ce point la production d'une source.

La nappe libre des cours d'eau se confond avec celle de la nappe souterraine dans le sol voisin (fig. 453).

Le cours d'eau d'un bassin est donc alimenté par la nappe d'infiltration de ce bassin.

Le niveau de la nappe varie avec l'abondance des précipitations atmosphériques ; plus élevé pendant les saisons pluvieuses (1′, 2′, 3′, 4′), il s'abaisse beaucoup pendant les périodes de sécheresse prolongée où parfois les rivières et les puits sont à sec.

On n'obtient d'eau dans un *puits*, P, qu'à partir du moment où l'on rencontre la couche d'eau souterraine.

Puits artésiens. — Supposons une couche de sable (*perméable*) plongeant dans le sol (fig. 455) et y formant une cuvette profonde, entièrement recouverte, *sauf sur les bords,* par une couche d'argile (*imperméable*).

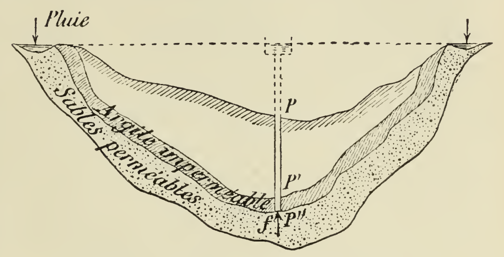


Fig. 455. — Puits artésien (fig. théorique).

Les pluies tombées sur les bords de la cuvette ont donné de l'eau d'infiltration qui s'est accumulée dans la couche de sable, *sans issue possible, puisque la couche d'argile formant plafond est continue.*

Toute perforation pratiquée dans la couche imperméable permettrait à l'eau de s'élever et d'envahir la cuvette (principe des vases communicants).

Si donc, en un point *P* de la cuvette, on creuse un puits, *PP''*, atteignant la couche de sable, l'eau y montera et jaillira en *P* : tel est le **puits artésien** de Grenelle, à Paris.

La couche perméable est ici constituée par des *sables verts* que recouvre l'*argile du gault.* Ces couches affleurent sur les hauteurs qui s'étendent des Ardennes à l'Yonne, circonscrivant le bassin dont Paris occupe le centre.

Sables verts et argile se retrouvent sous Paris à une profondeur de 540 mètres à Grenelle.

Érosion. — La *vitesse d'écoulement* de l'eau qui constitue une nappe d'infiltration dépend de l'*abondance des pluies* et de l'*inclinaison* de la nappe souterraine. Dans toutes les régions où cette vitesse est notable, les couloirs d'écoulement s'élargissent, de véritables **cours d'eau souterrains** s'établissent.

De nombreuses **grottes**, les immenses couloirs récemment découverts sous les Causses du Rouergue sont dus au travail accompli par les eaux souterraines à l'époque pléistocène (antérieure à la nôtre), les précipitations atmosphériques y ayant été abondantes.

Quand le plafond d'une excavation souterraine ne peut soutenir la masse rocheuse qui le recouvre, il *s'effondre;* la surface du sol forme

alors un entonnoir, parfois un gouffre profond. A Lons-le-Saulnier, vers la fin du siècle dernier, un gouffre de 22 mètres de diamètre se forma ainsi où furent englouties plusieurs maisons sous une couche d'eau de plus de 15 mètres.

Édification. — Les eaux d'infiltration suintent sur la paroi des grottes spacieuses anciennes qu'elles ne peuvent remplir; elles y abandonnent, par évaporation, le calcaire qu'elles ont dissous dans leur trajet.

Chaque goutte d'eau forme un petit dépôt adhérent à la voûte, puis tombe sur le sol où elle en produit un autre : c'est ainsi que se sont constituées à la longue les *stalactites* (cylindres creux qui descendent de la voûte) et les *stalagmites* (cônes pleins qui leur correspondent en s'élevant du sol). Une stalactite et une stalagmite réunies forment une belle colonne translucide.

3° ACTION DE LA GLACE

La vapeur d'eau atmosphérique se condense sous la forme de neige en tous lieux où la température est inférieure à 0°, temporairement ou constamment.

Si, dans une région considérée, la fonte des neiges est inférieure chaque année à la quantité de neige tombée, cette région sera toujours couverte de neige; on dit que *la neige y est persistante.*

La *limite des neiges persistantes* atteint l'altitude moyenne de 3 000 mètres dans les Alpes ; elle descend peu à peu jusqu'au niveau de la mer, à mesure qu'on s'approche des pôles.

Origine d'un glacier. — La neige qui tombe dans la zone des neiges persistantes ne peut s'y accumuler indéfiniment: celle qui couvre les pentes rapides est précipitée dans les vallées, par le vent ou par son poids, sous forme d'*avalanches.*

La neige, accumulée sur les plateaux ou dans les dépressions formant cirque, se tasse peu à peu et se transforme, sous l'influence des rayons solaires et de la pression, en *névé* (amas de petits grains de glace soudés entre eux), puis en *glace compacte*, origine des glaciers.

L'expérience suivante, due à Tyndall, permet de comprendre comment les fragments de glace, pressés les uns contre les autres dans le névé, finissent par former de la glace compacte.

Deux petits cylindres de buis, A et B, sont évidés sur leurs faces en contact, de telle sorte que l'espace vide forme lentille (fig. 456). On remplit, et au delà, cet espace de fragments de glace pilée, puis on presse fortement les cylindres l'un contre l'autre; au bout de quelques minutes, la glace forme une lentille compacte, parsemée çà et là de quelques petites bulles d'air. — La glace qui forme les glaciers est bulleuse, en effet; elle devient plus compacte à mesure qu'on la prend dans une partie plus basse de la vallée où le glacier est engagé.

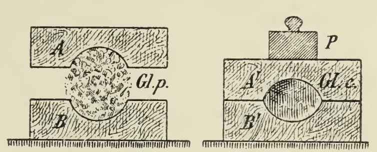


Fig. 456. — Formation d'une lentille de glace compacte, *Gl.c*, par la pression d'une masse de glace pilée, *Gl.p*.

Les glaciers, *g* (fig. 457), *constamment alimentés* par la neige qui tombe dans les régions élevées, débouchent dans les vallées, suivent les lignes de plus grande pente, se confondent à chaque confluent et peuvent former un glacier unique, *G*, au même titre que les divers ruisseaux d'un bassin réunissent leurs eaux dans un seul fleuve.

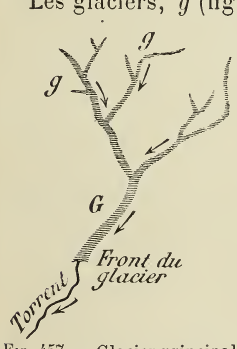


Fig 457. — Glacier principal et ses affluents.

Ce glacier fond peu à peu sous des influences diverses (chaleur solaire, chaleur des roches encaissantes, chutes de pluie); il présente toujours une *limite inférieure*, déterminée par la fusion totale de la glace, et se continue par un cours d'eau.

Mouvement des glaciers. — Les preuves du mouvement des glaciers sont nombreuses.

Une échelle fut abandonnée par de Saussure, en 1788, au pied de l'Aiguille noire dans son exploration du mont Blanc; en 1845, les débris en étaient retrouvés à 4 420 mètres du point de départ.

L'expérience suivante est concluante : on plante en ligne droite transversale 5 piquets, par exemple, sur un glacier (fig. 458); deux autres piquets extrêmes, XY, sont enfoncés sur les rives qui l'encaissent, et dans l'alignement des premiers. Au bout de quelques jours, le piquet médian, 3, a progressé plus que 2 et 4; ceux-ci plus que 1 et 5.

La vitesse d'un glacier est plus grande au milieu que sur les bords, plus grande à la surface qu'au fond. Le mode de pro-

gression d'un glacier est en tout comparable à celui d'un cours d'eau, sauf en ce qui concerne la *vitesse absolue.*

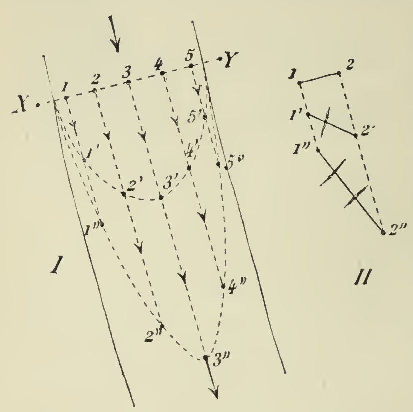


Fig 458. — Marche des glaciers. I. Les piquets, 1,2,3,4,5, préalablement alignés suivant *XY*, avancent irrégulièrement; le piquet du milieu, 3, progresse plus vite que les autres. — II. Formation de crevasses. La masse de glace, 1, 2, ne pouvant s'étirer indéfiniment, se rompt à mesure qu'elle progresse en 1',2', puis en 1'',2''

La vitesse moyenne de la Mer de Glace est de $0^m,305$ *par jour ;* celle de la Seine est d'environ $0^m,50$ *par seconde.*

Un glacier est donc un véritable fleuve de glace avec ses affluents ; il se continue par un cours d'eau.

Conséquences de ce mouvement. — 1° *Crevasses.* — Mesurons la distance qui sépare deux points 1 et 2 sur la ligne droite XY menée transversalement à un glacier; au bout de quelques jours, 1 et 2 occuperont les positions 1' et 2'; la distance 1',2' aura augmenté. La glace ne pouvant se déformer aussi facilement que l'eau, il se produit entre 1' et 2' des *crevasses* perpendiculaires à la courbe 1',2'. Ces crevasses s'agrandissent et se multiplient par la suite.

Ces crevasses sont très dangereuses pour les touristes, surtout lorsque des chutes récentes de neige les cachent aux regards, en formant des ponts d'une extrême fragilité.

2° *Moraines.* — Partout où la paroi des hautes montagnes n'est pas recouverte de neige, les changements de température provoquent une désagrégation de la surface des roches dont les débris tombent sur les bords des glaciers; ils y constituent les *moraines latérales* (fig. 459), sous forme de deux traînées qui avancent avec le glacier.

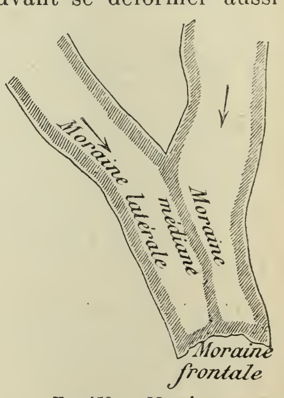


Fig. 459. — Moraines.

Quand deux glaciers se rencontrent, les moraines latérales adjacentes se confondent en une *moraine médiane*. — Le nombre des moraines comprises entre les 2 moraines latérales d'un glacier dépend du nombre de glaciers qui se sont fusionnés en un seul. — A l'extrémité libre du glacier où la glace est fondue, les matériaux solides s'entassent en une *moraine frontale*, sorte de remblai d'où sort le cours d'eau torrentiel qui a pour origine la fusion de la glace.

Autrefois, quand d'immenses glaciers descendant de la Suisse ou de la Scandinavie s'étendaient sur les plaines de la Bresse, de la Lombardie et de l'Allemagne du N., ces gigantesques appareils, épais parfois de 1000 mètres, transportaient des blocs de plusieurs milliers de mètres cubes.

Une température plus élevée détermina plus tard la fusion de ces immenses calottes de glace; les blocs charriés se déposèrent dans les plaines aux points où la glace les avait portés : ce sont les *blocs erratiques* qui nous renseignent aujourd'hui par leur composition et leur situation relative sur l'étendue, la provenance et la direction des glaciers à l'époque reculée dont il s'agit.

Glaces polaires. — Les régions polaires sont couvertes d'immenses calottes de glace qui descendent jusqu'à la mer, tantôt sur une grande

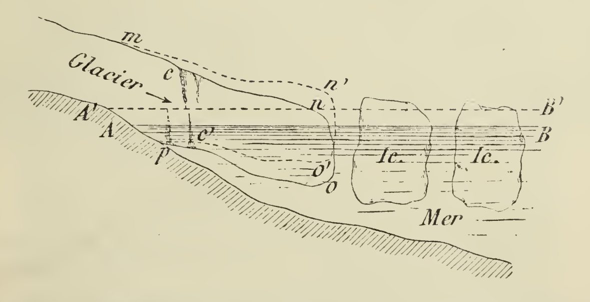


Fig. 460. — Formation des glaces flottantes, *Ic*, par la rupture d'un glacier polaire en *c*, *c'*. Le niveau de la mer, en s'élevant, soulève la glace et y détermine des crevasses en *c'*; en s'abaissant, il provoque d'autres crevasses en *c*.

étendue de la côte, tantôt seulement par de profondes échancrures ou vallées glaciaires appelées *fjords*.

De telles masses triturent véritablement les roches sur lesquelles elles glissent, et en entraînent les débris à la mer sous forme de *moraine profonde*.

Le bord libre d'un glacier polaire avance peu à peu dans la mer et flotte à sa surface à cause de la moindre densité de la glace. Lors du flux et du reflux de la marée, il se produit des craquements dans la masse solide tour



Fig. 460 *bis*. — Glaces flottantes antarctiques. Mont Erebus.

à tour soulevée et abaissée; le front du glacier se brise en énormes blocs de glace flottante, les *icebergs*, très dangereux pour les navires qui explorent les régions polaires (fig. 460 et 460 *bis*).

La fusion lente des icebergs restitue à la mer une partie de l'eau que l'évaporation lui avait enlevée.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

La mer, assaillant les côtes, leur arrache des matériaux de dimensions diverses dont les plus fins sont entraînés au large ; les fleuves et les glaciers polaires apportent à l'Océan un important contingent de débris.

Au voisinage de la côte se déposent les éléments les plus volumineux ; les roches sédimentaires qui s'y forment sont des sables, des graviers, des conglomérats, des argiles, des calcaires, des assises madréporiques, etc.

Plus au large, les sédiments sont constitués par des bancs de sables fins, d'argiles (*boues bleues, rouges* ou *vertes*), de calcaires (*boues et sables coralliens*).

Tous ces dépôts renferment évidemment les restes des êtres qui vivent dans la mer à une assez faible distance des côtes.

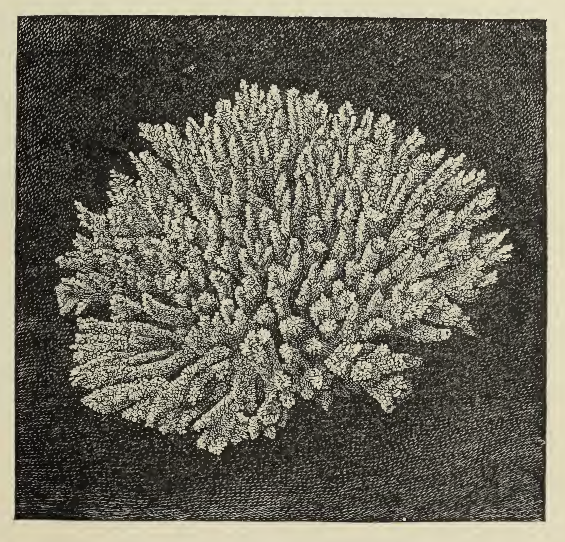


Fig. 460 *ter* — Madrépore verruqueux.

Récifs madréporiques. — On appelle *récifs madréporiques* les massifs édifiés dans les mers chaudes par les Coralliaires dont nous avons parlé (page 249).

Le développement des espèces coralligènes n'est possible que dans les mers dont la température n'est jamais inférieure à 20°, *à une profondeur moindre que* 37 *mètres;* aussi ne trouve-t-on de récifs qu'aux abords des îles émergeant dans la région équatoriale des océans Pacifique et Atlantique.

Les Madrépores qui forment des coraux branchus (fig. 460 *ter*) se développent assez vite, et d'autant mieux que la mer est plus agitée et plus riche en calcaire dissous. Les vagues brisent souvent les rameaux dont la plupart restent enlacés dans les branches plus résistantes; des espèces incrustantes, des Algues calcaires s'y ajoutent; le tout, cimenté par un dépôt de carbonate de calcium, constitue à la longue un polypier compact, capable de résister au choc des vagues.

Quand le récif a atteint le niveau des plus hautes marées, la végétation s'y établit. Au voisinage du récif, on trouve toujours des *sables coralliens,* des *calcaires oolithiques* [1], et plus au large une *vase calcaire* très fine.

Divers aspects des récifs. — On appelle *récifs-frangeants* ceux qui bordent les côtes ou les îles; *récifs-barrières* ceux qui en sont séparés par un canal plus ou moins large; *atolls*, les récifs circulaires, continus ou interrompus, qui circonscrivent une lagune remplie d'eau plus calme.

(Consulter une carte de l'Océanie.)

Comment se sont édifiés les massifs coralliens et pourquoi présentent-ils de telles formes?

Le fond de l'océan Pacifique est hérissé de cônes volcaniques sous-marins :

1° *Que l'un de ces cônes atteigne ou dépasse le niveau de la mer,* les polypes y construisent un *récif frangeant* ou un *récif-barrière* dont l'accroissement est plus rapide du côté de la mer agitée.

2° *Si le sommet d'un cône volcanique émergent est rasé par les vagues,* ou *si le cône atteint un niveau compris entre la surface de la mer et la profondeur de* 37 *mètres,* les polypes couvrent le dôme volcanique, s'accroissent plus sur les bords ; un *atoll* de forme circulaire apparaîtra tôt ou tard à la surface de l'eau.

---

1. Les calcaires édifiés par les coraux, constamment battus et roulés par les vagues, forment des *boues* maintenues en suspension dans l'eau fortement chargée de calcaire dissous; cette eau s'évapore et détermine, autour de chaque particule boueuse, des dépôts concentriques de carbonate de calcium : chaque grain augmente de volume et de poids, tombe au fond de l'eau où il est cimenté avec les voisins par le précipité de calcaire qui couvre aussi le fond de la mer dans la région considérée

B. — PHÉNOMÈNES D'ORIGINE INTERNE

I. — TREMBLEMENTS DE TERRE.

Nature du phénomène. — On appelle *tremblement de terre* un ébranlement du sol *durant* quelques secondes au plus et *variant* depuis une secousse faible jusqu'à une véritable dislocation du sol.

Sous l'influence des *secousses* violentes, la surface du sol rappelle le mouvement des vagues; les édifices s'écroulent, les arbres sont arrachés; le sol s'entr'ouvre parfois et des *crevasses* subsistent après le cataclysme.

En 1783, le sol des Calabres fut sillonné de crevasses dont l'une avait 2 kilomètres de long, 10 mètres de large et 40 mètres de profondeur.

Lors du tremblement de terre d'Ischia, le 28 juillet 1883, une 1re secousse violente se manifesta à Casamicciola. « Il semblait, dit un témoin du phénomène, que la ville entière sautait en l'air comme le bouchon d'une bouteille de champagne. » Un mouvement ondulatoire succéda à cette trépidation ; en 16 secondes, 1 200 maisons s'étaient écroulées faisant 2 360 victimes.

Un fait assez fréquent consiste dans le glissement vertical de l'un des bords d'une crevasse brusquement refermée; il en résulte une inégalité de niveau à la surface du sol, un manque de concordance des couches sous-jacentes : c'est une *faille* (fig. 461).

Fig. 461. — Rupture d'une serie de couches sédimentaires *(faille)*

Vitesse de propagation des secousses. — La secousse part d'un point de la surface du sol et se propage tout autour, comme le font les ondes produites à la surface de l'eau par la chute d'un corps qui y est tombé.

La vitesse de propagation a varié de 131 mètres par seconde (Pérou en 1868) à 885 mètres (Allemagne en 1843); cette vitesse est plus grande sur la terre qu'à la surface des mers.

Quand une *onde séismique* parvient jusqu'au rivage d'une mer,

elle se propage à travers l'océan en donnant lieu à une énorme *vague de translation* dont les effets sont terribles sur les points de la côte où elle aboutit (*ras de marée*).

Mouvements microséismiques. — Outre les tremblements de terre qui se manifestent d'une manière évidente à la surface du sol, il en est une foule d'autres, dits *mouvements microséismiques,* que l'emploi d'instruments délicats peut seul nous révéler.

Quelle que soit leur intensité, les phénomènes séismiques paraissent dus à des gaz émis par le noyau central; ces gaz, accumulés dans les fissures du sol sous une pression considérable, parviennent à une faible distance de la surface qu'ils ébranlent pour se dégager.

La cause primordiale de ces phénomènes réside dans les plissements que subit l'écorce terrestre par le refroidissement progressif du globe.

II. — PHÉNOMÈNES VOLCANIQUES.

Non seulement les gaz dissous dans le noyau central en fusion s'en échappent, mais cette masse elle-même peut se faire jour par les fissures de la croûte terrestre.

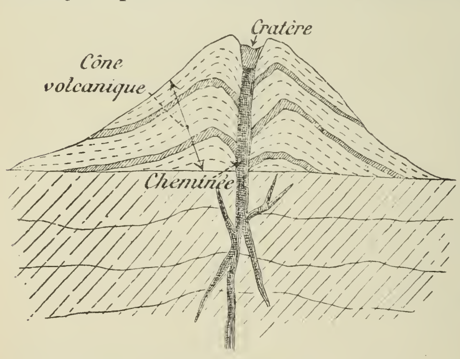


Fig. 462. — Coupe théorique d'un volcan.

Alors se produisent les *éruptions volcaniques.*

Un **volcan** *est un appareil naturel qui met en communication, permanente ou temporaire, la surface du globe avec les matières fondues du noyau central.*

Il a, en général, la forme d'un *cône* dont le sommet est occupé par un *cratère,* orifice de la *cheminée* située dans l'axe du cône (fig. 462).

La cheminée résulte d'un ensemble de fentes entre-croisées qui sillonnent l'écorce terrestre au-dessous du cratère; c'est par ce canal fort irrégulier qu'ont été émises les matières fondues dont l'accumulation constitue le cône volcanique (*cône de débris*).

La plupart des volcans ont une activité intermittente.

Pendant leurs *éruptions,* ils rejettent des matériaux divers; à l'état de repos, le cratère est bouché par un culot de lave solidifiée dont les fissures livrent passage à de la vapeur d'eau et à des émanations gazeuses (fig. 463).

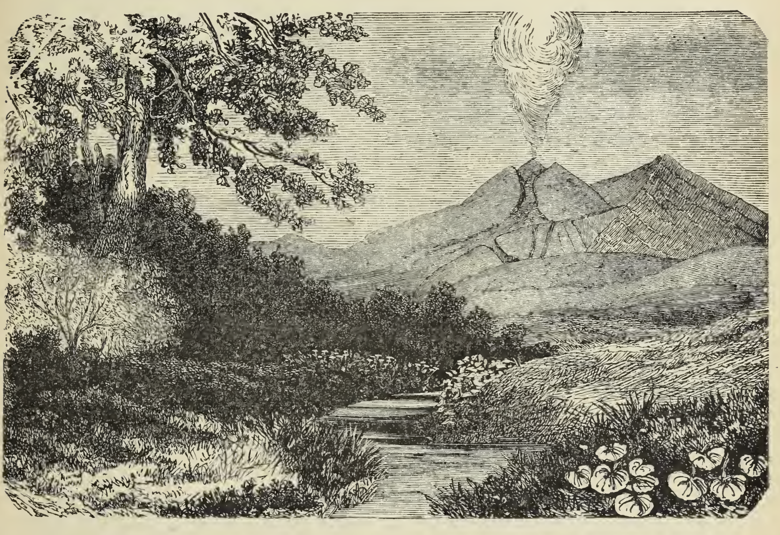


Fig. 463. — Le Vésuve et la Somma vus de l'intérieur de la campagne napolitaine.

Caractères d'une éruption volcanique. — Une éruption est annoncée par l'augmentation de vapeur qui s'échappe du volcan, par l'ébranlement du sol accompagné de bruits souterrains : les puits tarissent, les animaux sont inquiets ; enfin des craquements se produisent dans le cratère, d'où s'élève un panache de vapeur d'eau, de gaz et de cendres.

Cette colonne, sombre pendant le jour, rouge pendant la nuit, atteint plusieurs kilomètres de hauteur (11 kilom. lors de l'éruption du Krakatoa, en 1883). *Elle se compose surtout de vapeur d'eau et de cendres volcaniques.*

La lave incandescente s'échappe parfois du sommet du cratère : le plus souvent, elle sort par des crevasses ouvertes dans les flancs du cône volcanique. Elle forme une ou plusieurs coulées qui descendent vers les vallées.

Nature des produits rejetés. — Le volcan rejette : 1° des *matériaux solides* (*scories*, *bombes*, *sables* et *cendres volcaniques*) ; 2° une *substance liquide* (*lave*) ; 3° des *gaz* (acides chlorhydrique et sulfureux, gaz carbonique, hydrogène, vapeur d'eau, sulfure et carbures d'hydrogène, etc.).

Les **matériaux solides** sont : les *scories*, fragments irréguliers et parfois volumineux, ayant pour origine la paroi du cratère et la couche superficielle de la lave; les *lapilli*, grains dont l'accumulation forme un *sable volcanique ;* les *cendres volcaniques*, dues à la pulvérisation de la lave projetée au dehors par le brusque dégagement des gaz qu'elle renfermait sous une énorme pression.

Quand l'émission des cendres volcaniques est accompagnée de pluies abondantes, il en résulte de véritables *coulées de boue* qui envahissent les dépressions du sol et s'y solidifient en donnant un *tuf*.

Herculanum et Pompéi ont été ensevelies, lors de l'éruption du Vésuve en l'an 79, par une boue volcanique transformée en un tuf dur.

La **lave** est une *roche en fusion* assez visqueuse, dont la *température* est supérieure à 1000° : une pièce d'argent projetée sur une coulée de lave pendant sa marche y subit la fusion.

La surface d'une coulée de lave se refroidit vite et se solidifie ; la lave sous-jacente peut conserver une température élevée pendant des années.

La *densité* de la lave est comprise entre 2,3 et 3; elle dépend de sa composition chimique. — La lave renferme toujours des silicates et des éléments ferrugineux : quand elle contient un excès de silice, elle est dite *lave acide, légère, trachytique* et coule difficilement; dans le cas contraire, elle est dite *lave basique, lourde, basaltique* et coule plus facilement.

C'est en général par des *crevasses latérales* que s'échappe la lave, tandis que les gaz et la vapeur d'eau sortent du cratère avec les scories projetées par les explosions gazeuses.

Certaines laves vitreuses, les *obsidiennes* ou verre des volcans, donnent des coulées qui, une fois solidifiées, sont comparables à des faisceaux d'énormes câbles diversement contournés (laves cordées de l'île de la Réunion). Parfois aussi les coulées basaltiques forment des *colonnes prismatiques* parallèles (fig. 439).

Les **produits gazeux** qui s'échappent de la lave fondue s'appellent *fumerolles;* ils forment des nuages au sommet du cratère et en divers points de la coulée (*cratères adventifs*).

On distingue plusieurs catégories parmi ces émanations :

Les *fumerolles sèches*, de température 500° environ, qui rejettent des chlorures de sodium, de potassium, etc.; — les *fumerolles acides*, de température 300 à 400°, qui renferment les gaz chlorhydrique et sulfureux ; — les *fumerolles alcalines*, de température 100° environ, qui laissent dégager surtout de la vapeur d'eau avec de l'hydrogène sulfuré; — les *fumerolles froides* qui contiennent, outre la vapeur d'eau, du gaz carbonique et de l'hydrogène sulfuré; — les *mofettes* qui émettent du gaz carbonique.

Diverses sortes de volcans. — L'activité des divers volcans est fort inégale.

Les uns ont une *activité permanente,* comme le Stromboli (îles Lipari, au nord de la Sicile). — Les autres ont une *activité discontinue*, comme le Vésuve, l'Etna (Italie), Santorin (Archipel). — D'autres ont depuis longtemps *cessé d'émettre de la lave*, mais peuvent cependant rejeter encore de la vapeur d'eau et des gaz ; nous les appellerons *volcans éteints.*

Un volcan, aujourd'hui éteint, peut soudain redevenir actif : le Vésuve, autrefois couvert de végétation et considéré par les Romains comme une montagne ordinaire, se réveilla brusquement en l'an 79 de notre ère.

Nombre de volcans sont appelés *sous-marins*, parce que leur cratère s'ouvre au fond de la mer. La lave se solidifie alors au contact de l'eau et s'épand en masses coniques plus ou moins considérables dont le sommet peut atteindre la surface de la mer ou en être voisin.

Répartition des volcans. — Les volcans sont orientés sur le globe suivant les 3 grandes dépressions longitudinales occupées par les océans Atlantique, Indien et Pacifique, et suivant la grande dépression méditerranéenne.

Les volcans visibles sont à peu près tous contenus dans ces dépressions, plus particulièrement à leurs points de rencontre qui sont des zones volcaniques par excellence. Ils sont pour la plupart dans des îles ou sur le bord de la mer.

Le long de l'*océan Atlantique*, on trouve les volcans de l'Islande (Hécla), des Canaries (Ténériffe), du cap Vert; les rochers de l'Ascension et de Sainte-Hélène.

L'*océan Indien* renferme quelques îlots avec des volcans éteints en général (Saint-Paul, la Réunion, etc.).

L'*océan Pacifique* est pourvu d'une véritable ceinture volcanique qui, partant de la Nouvelle-Zélande, gagne les Nouvelles-Hébrides, les îles Salo-

mon, les îles de la Malaisie (109 volcans), le Japon (Fusi-Yama), les îles Kouriles (20 volcans), le Kamtschatka (38 volcans), les îles Aléoutiennes (48 volcans), la presqu'île d'Alaska, les Montagnes Rocheuses comprenant un grand nombre de cônes éteints, le Mexique (Xorullo, Popocatepelt, Orizaba), l'Amérique centrale (25 volcans), la chaîne des Andes (40 volcans, dont le Cotopaxi, l'Antisana), la Terre de Feu.

les volcans Erebus et Terreur dans la zone antarctique ferment ce *cercle de feu* au centre duquel sont compris de nombreux volcans actifs (Mauna-Loa des îles Sandwich).

Dans la *dépression méditerranéenne*, on trouve les volcans de l'archipel (Santorin), d'Italie (Vésuve, Stromboli, Etna), des Canaries et des Açores, des Antilles, de l'Amérique Centrale, des îles Sandwich, des îles Malaises, etc.

Les volcans occupent toujours *le flanc le plus incliné des rides de l'écorce terrestre, et jalonnent les lignes de brusque dépression.*

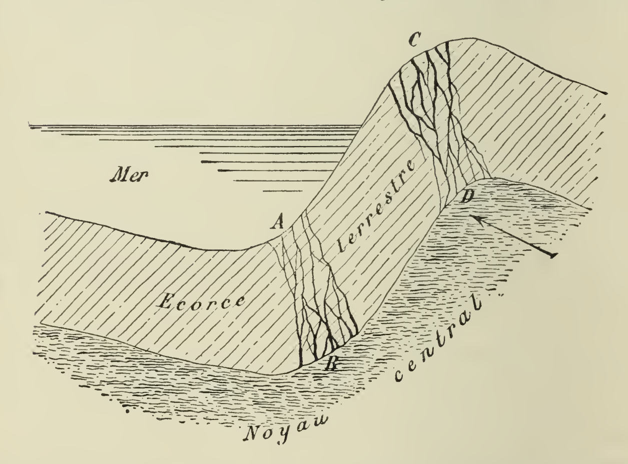


Fig. 464. — Figure théorique montrant l'origine et la disposition probables des fissures de la croûte terrestre par où s'échappe la lave : en *DC* (volcans terrestres), en *BA* (volcans sous-marins)

Soit, en effet, l'une des rides de l'écorce (fig. 464) formant une dépression extérieure, A, occupée par la mer, et une dépression profonde, D, où s'exerce l'effort du noyau liquide central. Le plissement de l'écorce a été accompagné de fractures particulièrement nombreuses dans la région ABCD, et surtout aux points de plus grande courbure, en B et en C.

La masse liquide pénétrant dans les fissures peut s'échapper : soit en C (volcans continentaux), soit en A (volcans sous-marins).

Ainsi les phénomènes volcaniques se trouvent rattachés à la contraction progressive du globe.

III. — PHÉNOMÈNES FAISANT SUITE AUX MANIFESTATIONS VOLCANIQUES PROPREMENT DITES.

Les *volcans éteints* peuvent continuer a émettre, *directement ou indirectement*, des gaz, des vapeurs, des eaux chaudes parfois riches en substances dissoutes.

Ils donnent lieu aux *solfatares*, aux *suffioni*, aux *geysers*, aux *sources thermales* et *minérales* avec formation de *filons métallifères*.

Solfatares. — Une *solfatare* est un cratère d'où s'échappent de la vapeur d'eau et des gaz divers, surtout de l'hydrogène sulfuré (H^2S), qui s'oxyde à l'air et transforme les roches voisines en sulfates; une partie de ce gaz se décompose et donne du *soufre natif*.

La solfatare de Pouzzoles, près de Naples, provient d'un volcan dont la dernière éruption date de 1198.

Suffioni. — Par certaines fentes du sol de la Toscane (Italie) s'échappent des jets de vapeur d'eau à une température de 105 à 120°; on les appelle *suffioni*.

L'eau condensée, qui contient de l'acide borique notamment, se rassemble dans des bassins où la solution borique se concentre peu à peu.

Geysers. — On appelle ainsi des sources intermittentes d'eau bouillante, tenant en dissolution des substances variables avec la nature des roches traversées par l'eau.

Ces appareils occupent tous des régions volcaniques. Longtemps les geysers d'Islande ont été les seuls connus, le grand Geyser en particulier; mais dans l'État de Wyoming, aux États-Unis, le Parc national de Yellowstone présente les plus belles manifestations de l'activité geysérienne : plusieurs milliers de sources ou bouches d'éruption s'y trouvent, dont 70 sont en activité.

Le grand Geyser d'Islande, en particulier, est un cône surbaissé ayant 70 mètres de diamètre à la base et une hauteur de 8 à 10 mètres.

L'axe en est occupé par un canal vertical long de 22^{m},50, continué en bas par des crevasses irrégulières, terminé en haut par un bassin ayant 20 mètres de diamètre.

D'ordinaire, ce bassin est plein d'eau chaude ; mais, toutes les 24 heures environ, le contenu en est projeté en l'air par une violente éruption précédée de quelques petites projections. Puis l'eau, sortant du canal central, remonte peu à peu dans le bassin qui est à nouveau rempli au bout de 6 à 7 heures, jusqu'à ce qu'une nouvelle projection ait lieu.

Sources thermales. — La majorité des *sources thermales* ou *chaudes* sont d'origine volcanique.

Établies le long de fentes de l'écorce terrestre dans des régions bouleversées, elles émettent de l'eau chaude (d'où leur nom de

sources thermales) ; cette eau est riche en gaz et en substances solides (d'où leur nom de *sources thermo-minérales*).

L'eau résulte de la condensation de vapeur émanant de régions profondes ; grâce à sa température généralement élevée et aux gaz qu'elle contient, elle dissout une partie des substances composant les roches qu'elle traverse.

Parmi les plus renommées de ces sources en France, il convient de citer celles de Vichy : Les sources de la Grande-Grille, de l'Hôpital, des Célestins, d'Hauterive, sont *presque en ligne droite;* latéralement et à peu de distance, on en trouve un certain nombre d'autres (sources Chomel, Mesdames, Lardy, Saint-Yorre, etc.).

La température et la composition de ces eaux sont fort différentes : alors que l'eau de la Grande-Grille atteint 42 à 44° et n'a pas de saveur acidulée, celle des Célestins a une température de 16 à 18° et dégage beaucoup de gaz carbonique.

Classification des sources thermales. — Les sources thermales se divisent d'après les substances qu'elles contiennent en :

Eaux acidules, dont le gaz carbonique est l'élément prédominant (Seltz, Soulzmatt) ;

Eaux alcalines, dont la réaction alcaline est due le plus souvent au bicarbonate de sodium (Vichy, Vals, Ems);

Eaux salines renfermant du chlorure de sodium, des sulfates de sodium (Carlsbad), de magnésium (Epsom, Sedlitz, Pullna);

Eaux sulfureuses, riches en sulfure de sodium (Bagnères-de-Luchon, Barèges, Cauterets, Enghien);

Eaux ferrugineuses, contenant des sels de fer (Bussang, Forges, Orezza, Spa).

Dépôts lents effectués par les eaux thermales : Filons métallifères. — La paroi des bassins dans lesquels coulent les eaux thermales est revêtue de substances métalliques variées, dues à des réactions chimiques accomplies : soit entre les matières minérales dissoutes dans l'eau, soit entre ces substances et celles qui composent la paroi.

De pareils dépôts revêtent aussi les fentes par où s'échappe l'eau thermale, en diminuent peu à peu la largeur, puis les comblent définitivement : *c'est ainsi que se sont formés la plupart des* **filons métallifères**, ceux qu'on appelle *filons concrétionnés* ou *filons d'incrustation*.

Formation des filons. — Les eaux chaudes venant des grandes profondeurs reçoivent des émanations gazeuses du noyau central (HCl, H^2S,

hydrocarbures); elles peuvent contenir des *sulfures alcalins* qui, réagissant sur les métaux des roches encaissantes, forment avec eux des *sulfures doubles solubles*.

A mesure qu'elles s'enrichissent ainsi, les eaux progressent vers la surface du sol, se refroidissent partiellement et déposent, *en milieu réducteur*, une partie de leurs **sulfures** (cristaux ou concrétions).

A un niveau plus élevé, les eaux chaudes rencontrent l'eau d'infiltration qui suit une marche inverse et qui leur apporte de l'oxygène et du gaz carbonique; dès lors se déposent dans les filons, *en milieu oxydant*, près de la surface du sol, des **oxydes** et des **carbonates** avec les sulfures non modifiés.

Les **métaux natifs** que l'on trouve parfois résultent probablement de la décomposition électrolytique des sulfures correspondants.

Certains filons ont une autre origine : quand des phénomènes éruptifs se manifestent dans une région disloquée, la matière fondue interne peut pénétrer dans certaines fissures de l'écorce; si la substance injectée renferme une notable proportion de sels métalliques, un mouvement moléculaire peut les y rassembler sous forme de cristaux épars dans toute la masse : c'est là un *filon par injection* (fig. 431).

Constitution d'un filon concrétionné. — Un filon a généralement une direction voisine de la verticale.

Vu en section transversale, il présente une certaine symétrie dans sa constitution (fig. 465) : les parois de la fente qui l'encaisse s'appellent *épontes*, *Ép;* entre les épontes et le filon est une couche de matières argileuses ou détritiques appelée *salbande*, *s*. Quant au filon, il est composé de *gangue*, *g*, renfermant le *minerai*, *m*, c'est-à-dire les composés métalliques qui rendent le filon précieux au point de vue industriel.

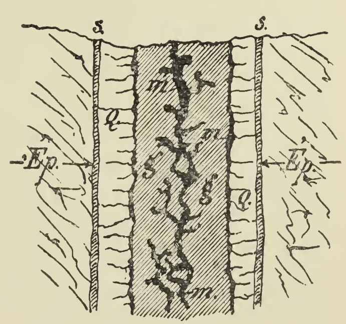


Fig. 465. — Coupe d'un filon concrétionné. *Ép*, épontes; *s*, salbande; *g*, gangue; *m*, minerai; *Q*, quartz.

RICHESSE MINIÈRE DE LA TERRE.

Minerais. — Les minerais sont des sulfures, des oxydes, des carbonates, etc., rarement des métaux à l'*état natif*.

Les **sulfures** principaux sont : les *pyrites de fer* et de *cuivre*, la *blende* ou sulfure de zinc, la *galène* ou sulfure de plomb, le *cinabre* ou sulfure de mercure, etc.

Les **oxydes** principaux sont : le *fer oligiste*, le *fer magnétique,* les *ocres* ou oxydes de fer, la *pyrolusite* ou bioxyde de manganèse, la *cassitérite* ou oxyde d'étain.

Les **carbonates** principaux sont : le *fer spathique* ou carbonate de fer, la *calamine* ou carbonate de zinc.

Les **métaux** à *l'état natif* sont surtout : l'*argent*, l'*or*, le *platine*.

La gangue est généralement formée de *quartz*, de *fluorine* (fluorure de calcium), de *calcite* (carbonate de calcium), de *barytine* (sulfate de baryum).

Étudions spécialement les minerais d'où l'on retire le *fer*, le *cuivre,* le *plomb* et le *zinc*.

Minerais de fer. — Le fer est le métal le plus répandu dans le monde; on le trouve à l'*état natif* dans les météorites dont il forme parfois la totalité; on en a remarqué en cubes ou en petits octaèdres dans certaines laves d'Auvergne. Mais les minerais de fer proprement dits sont des *oxydes* et un *carbonate.*

L'*oxyde de fer magnétique* (Fe^3O^4) est en cristaux cubiques ou en masses compactes, grenues, noires, déviant l'aiguille aimantée; il laisse sur le papier une trace noire. On le trouve surtout en Suède, en Norvège (Arendal), en Russie, en Saxe, dans le Piémont et le Tyrol, en Sardaigne, à Mokta-el-Hadid près de Bône (Algérie), au Canada, et aux États-Unis.

L'*hématite rouge,* le *fer oligiste* sont du sesquioxyde de fer anhydre (Fe^2O^3). L'hématite, compacte ou terreuse, donne une poussière rouge (*sanguine*); le fer oligiste, en beaux cristaux irisés à la surface ou en amas cristallins, se trouve en France à la Voulte et à Privas (Ardèche), à l'île d'Elbe, dans la Saxe, le Hartz, la Westphalie (Allemagne), etc.

Le *sesquioxyde de fer hydraté* (Fe^2O^3, H^2O), bien moins pur que les précédents, est très abondant en France où on le trouve en masses concrétionnées sous la forme *oolithique* ou *pisolithique,* en masses terreuses qu'utilise la peinture sous les noms d'*ocre jaune, terre de Sienne, terre d'ombre,* etc.

Le *carbonate de fer spathique* ou *sidérose* (CO^3Fe), se trouve en rhomboèdres ou en masses cristallines de formes diverses. Sa couleur varie du blanc jaunâtre au rouge; son éclat est vitreux.

Les principaux gisements sont : en France, à Allevard et Vizille (Isère), à Saint-Georges-d'Hurtières (Savoie), à Saint-Étienne, dans l'Aveyron, les Pyrénées, l'Ille-et-Vilaine, à Anzin (Nord); dans la presqu'île de Cornouailles et le pays de Galles, où le minerai est au voisinage des bassins de houille nécessaires à son exploitation; dans le Hartz, etc.

En France, on exploite ces minerais de fer dans 42 départements où leur rendement dépasse 2 600 millions de kilogrammes par an; le gisement de Mokta-el-Hadid, en Algérie, fournit à lui seul 350 millions de kilogrammes par an.

Les principaux produits fabriqués avec ces minerais sont : le *fer,* l'*acier* et la *fonte;* ces derniers sont des combinaisons du fer avec le charbon.

Minerais de cuivre. — Le cuivre est, après le fer, le métal dont on fait le plus usage dans les arts Il existe sur presque tous les points du globe à l'état natif, parfois en masses considérables; sa belle couleur, son éclat et sa malléabilité expliquent la raison de son emploi dès les temps anciens (*âge du bronze*, page 464).

Le cuivre se rencontre à l'état *natif*, en grains isolés, en lamelles ou en masses compactes, au milieu des minerais cuprifères du Lac Supérieur (Amérique). [On a trouvé à Minnesota, en 1854, un bloc de cuivre pesant 500 000 kilogr.]. Le Chili exporte du cuivre natif mélangé à du sable quartzeux dans la proportion de 60 à 85 pour 100.

Les *oxydes de cuivre* exploités sont : le *cuivre oxydulé* ou *oxyde rouge* (Cu^2O), abondant en Australie; l'*oxyde noir* (CuO), trouvé au Lac Supérieur (Amérique).

Les *carbonates de cuivre* exploités sont: la *malachite* verte [$CO^3Cu,Cu(OH)^2$], dont une grande partie vient de l'Oural et de l'Australie; l'*azurite* bleue [$(CO^3Cu)^2$, $Cu(OH)^2$], extraite autrefois à Chessy près de Lyon; mais la mine y est épuisée.

Les *sulfures de cuivre* exploités sont : le *cuivre gris* (Cu^2S), extrait dans le Cornwall (Angleterre); le *cuivre pyriteux* ou *minerai jaune* ($Cu^2S+Fe^2S^3$), très abondant surtout dans le Cornwall, le Devonshire (Angleterre), à Rio-Tinto et Huelva (Espagne), dans l'île de Cuba et l'Amérique du Sud.

La France n'a donc plus de mines de cuivre importantes en exploitation, si ce n'est celle de la Prugne (Allier). Elle tire le minerai qu'elle exploite de l'Algérie (Aïn-Barbar, au N.-O. de Bône), du Chili et du Lac Supérieur surtout.

Les principaux produits fabriqués avec ces minerais sont : le *cuivre* et ses alliages : le *laiton*, le *bronze* et le *maillechort*.

Minerais de plomb. — Le plomb existe à l'*état natif* sous forme de petits cubes, de globules ou de lamelles, dans les mines de Carthagène (Espagne), à Bristol (Angleterre), à Kenmare (Irlande).

Le minerai le plus important en est la *galène* ou *sulfure de plomb* (PbS) que son éclat métallique, sa couleur gris d'argent, sa forme cristalline en cubes ou en octaèdres et sa grande densité (7,5) permettent de reconnaître facilement.

La galène contient jusqu'à 1 0/0 d'argent; on l'exploite, en France, principalement à Poullaouen et Huelgoat (Finistère), à La Croix-aux-Mines (Vosges), à Vialas (Lozère), à Pontgibaud (Puy-de-Dôme), à Villefranche (Aveyron), à Largentière (Ardèche), à Pizey (Savoie) et en Algérie.

Le *plomb carbonaté* (CO^3Pb), le *plomb sulfuré antimonio-cuprifère*, etc., sont exploités en Écosse, en Cornouailles (Angleterre), dans le Harz, le Nassau (Allemagne), etc.

L'Espagne, la Sardaigne et les États-Unis sont les pays où l'exploitation des gisements plombifères a le plus d'importance.

C'est à l'état de *plomb* que ce métal reçoit le plus d'applications industrielles, en raison de sa malléabilité [chambres pour la préparation de l'acide sulfurique, couvertures des monuments (dômes et clochers), tubes pour gouttières et conduites d'eau, balles et plombs de chasse, fils utilisés en jardinage, alliage des caractères d'imprimerie, mesures de capacité, etc.]

Minerais de zinc. — Le zinc se trouve très rarement à l'*état natif;* ses minerais les plus importants sont : le *sulfure de zinc* ou *blende* (ZnS) et la *calamine.*

La blende est tranparente ou opaque; elle cristallise en cubes et présente un bel éclat; sa couleur est jaune, rouge, brune ou noire; les plus beaux cristaux viennent de Kapnik (Hongrie), de Freiberg, de Binnen (Suisse).

La *calamine* est le nom sous lequel on désigne à la fois le *carbonate de zinc* (CO^3Zn) et un *oxyde de zinc silicifère.*

Les plus riches gisements de calamine sont : à la Vieille-Montagne (Belgique), à Bleiberg (Carinthie), en Silésie, à Malfidano (Sardaigne), à Santander (Espagne), dans l'Altaï, etc. A Chessy (Rhône), on trouve un carbonate hydraté de zinc, de cuivre et de calcium.

Le *zinc* s'altère peu à l'air; aussi l'emploie-t-on pour les toitures, gouttières, fenêtres, ornements en métal, zinc des piles; il entre dans la composition du *bronze* des monnaies et des médailles, du *maillechort,* etc.

Remarque. — La plupart des gisements métallifères qui font la *richesse minière du sol* se trouvent dans des régions montagneuses où l'écorce terrestre porte la trace de bouleversements antérieurs à notre époque. Le sol n'a pas subi des plissements sans que des dislocations se soient produites, fractures par lesquelles sont parvenues du noyau central les émanations gazeuses dont nous avons parlé déjà (page 422).

Mais beaucoup de gisements sont dus à d'autres causes, notamment un grand nombre de **minerais de fer**, *dus à des dépôts chimiques au sein des mers anciennes.*

Comment ont pu se former, dans ces conditions, les sulfures et les oxydes de fer?

Remarquons d'abord que les *roches éruptives renferment beaucoup de fer :* mica noir, amphibole, pyroxène, etc., contiennent du fer. Par leur décomposition, ces éléments ferrugineux forment des sels qui sont amenés à l'état de carbonates au contact de l'air et de l'eau chargés de CO^2.

Les sels de fer sont déposés ou entraînés à la mer par les eaux de ruissellement: au sein des eaux marines comme dans les eaux douces calmes, les sels de fer se trouvent au contact de matières organiques dont la décomposition donne de l'acide sulfhydrique (H^2S); ce gaz transforme les sels de fer en *sulfure* ou *pyrite.*

Ainsi les roches sédimentaires formées dans les mers anciennes contiennent de la pyrite de fer, concentrée de préférence autour des fossiles qui en sont souvent pénétrés.

Supposons que par une émersion ultérieure, ces roches, voisines de la surface du sol, soient exposées plus ou moins au contact de l'air :

1° le sulfure de fer *à la surface* s'oxyde et se transforme en sulfate de fer et en acide sulfurique entraînés par les eaux (les fossiles pyriteux disparaissent ainsi peu à peu);

2° *à une faible profondeur,* l'accès de l'oxygène étant moindre, le sulfure de fer se transforme seulement en oxydes de fer;

3° *plus profondément* où l'air n'accède pas, la pyrite demeure intacte.

IV. — MOUVEMENTS LENTS DE L'ÉCORCE TERRESTRE.

Outre *les mouvements brusques et intermittents* que nous avons précédemment étudiés sous le nom de tremblements de terre, l'écorce solide subit des *déformations lentes et continues* qui ont pour résultat des *soulèvements* et des *affaissements* du sol.

Imaginons une section de la côte normande par un plan vertical perpendiculaire au rivage; nous y trouvons, un peu au-dessus du niveau de la basse mer, une *plate-forme* ou *terrasse littorale* aboutissant en pente douce au pied de la falaise que baigne la haute mer.

La base de cette falaise est excavée par l'effort des vagues; galets et cailloux roulés y sont accumulés, tandis que le sol de la terrasse, formé de fragments plus petits (sables), renferme des coquilles de Mollusques vivant dans la région considérée.

Or, sur le littoral de la Norvège, on remarque une *série de terrasses* de gravier, *étagées au-dessus du niveau de la mer;* le nord de la Scandinavie subit donc, depuis plusieurs siècles, un **mouvement d'émersion.**

L'extrémité méridionale de la Suède subit, au contraire, un **affaissement**; car la mer envahit aujourd'hui d'anciennes rues de Malmö, d'Ystad, de Falsterbo, villes du littoral.

Les résultats des observations faites sur le littoral européen de l'océan Atlantique sont les suivants :

Les terres polaires (Spitzberg, Nouvelle-Zemble) subissent un exhaussement comme les parties septentrionales de la Scandinavie, du Danemark et de l'Écosse; le littoral des Pays-Bas, de la Normandie, du Cotentin et de la Bretagne s'affaisse notablement, sauf en quelques points.

Les rochers du Calvados, les îles anglo-normandes, les îles Écrehou et Chausey, le plateau sous-marin des Minquiers sont les points culminants d'un territoire autrefois émergé et peu à peu envahi par la Manche.

De l'embouchure de la Vilaine à l'embouchure de la Gironde, le rivage s'exhausse assez rapidement (1 mètre à Rochefort depuis deux siècles).

Il est vrai qu'ici c'est plutôt une cause locale qui produit cet effet : l'amoncellement des vases déposées par la mer.

Le littoral de la Gascogne a subi un recul. Ainsi le phare de Cordouan est aujourd'hui à 7 000 mètres de la côte, alors qu'en 1630 une distance de 5 400 mètres seulement l'en séparait.

On n'a encore que de vagues indications sur les mouvements du sol dans les autres régions du globe. Ce qu'on en sait, joint aux notions précédentes, suffit à prouver que :

La surface du globe subit des ondulations.

§ 4. CLASSIFICATION DES TERRAINS

L'écorce terrestre comprend 2 sortes de terrains :
les **terrains ignés**, formés de roches cristallines (ignées);
les **terrains sédimentaires**, formés de roches stratifiées.

I. TERRAINS IGNÉS

La majeure partie de la croûte terrestre est formée de roches cristallines. Ces roches sont de 2 catégories :

1° Les **roches cristallophylliennes**, dont les cristaux sont disposés par feuillets plus ou moins parallèles, constituent les assises profondes du sol et atteignent environ 100 kilomètres d'épaisseur;

2° Les **roches éruptives**, dont les éléments sont orientés en tous sens, traversent irrégulièrement les précédentes (fig. 431).

Leur origine et leurs variétés. — Les **roches éruptives**, échappées du noyau liquide central par les fissures de l'écorce terrestre, se sont solidifiées par refroidissement en formant : soit des *massifs compacts* [massifs *granitiques* et *granulitiques* du Plateau Central, de la Bretagne, du Cotentin, des Vosges, des Pyrénées, de la Corse, etc.]; soit des *filons* [filons *porphyriques* du Plateau Central : Morvan, Beaujolais, Loire]; soit des *nappes* ou des *coulées* [coulées *trachytiques* et *basaltiques* du Cantal, du Mont-Dore et de la chaîne des Puys].

Fig. 466. — Figure théorique montrant que les parties les plus profondes *a, b, c, d*, de l'écorce terrestre peuvent, au contact du noyau central, subir une nouvelle fusion (théorie de M. Munier-Chalmas).

Nous avons étudié les principales variétés de roches éruptives avec suffisamment de détails (pages 394-399), pour qu'il soit inutile d'y revenir ici.

Les **roches cristallophylliennes** paraissent dues, d'après

M. Munier-Chalmas, au remaniement des premières roches cristallines apparues et des roches sédimentaires les plus anciennement déposées.

Ces roches cristallines et ces roches sédimentaires primitives ont subi des plissements comme la surface de l'écorce terrestre par suite du refroidissement du globe; les parties profondément plongées dans la masse liquide, *abcd* (fig. 466), ont fondu à nouveau; plus tard, *la masse liquide qui en résulta s'est à nouveau solidifiée*, *en partie comme roches éruptives*, *en partie comme roches cristallophylliennes*.

Elle a adopté, dans ce dernier cas, une structure cristalline et stratifiée, parce que *les cristaux se formaient dans un liquide assez mobile pour qu'ils pussent s'y déposer sous l'influence de la pesanteur*.

Fig. 467. — Coupe de la chaîne de Belledonne (Alpes du Dauphiné).

Les principales roches cristallophylliennes sont les gneiss, les micaschistes, etc. (page 399). Elles sont étagées assez régulièrement sur les flancs des hauts massifs montagneux, dont l'axe est généralement occupé par du gneiss ou du granite (fig. 467).

Soulèvements et affaissements du sol. — Notre globe rayonne de la chaleur dans l'espace; le noyau liquide central se contracte par refroidissement ; l'écorce terrestre se plisse (fig. 426) ; nous en avons pour preuves les *tremblements de terre* et les *mouvements lents* du sol qui modifient les lignes de rivage des mers.

Ces plissements n'ont cessé de se produire depuis des milliers de siècles, aux diverses époques géologiques, avec des différences d'intensité toutefois.

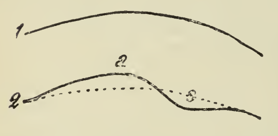


Fig. 468. — Formation d'un pli; *s*, synclinal; *a*, anticlinal.

Ils sont dus à 2 causes principales : des *poussées latérales*, des *effondrements*.

Les *poussées latérales* produisent des rides : les unes saillantes ou *anticlinaux*, *a* (fig. 468), constituant les montagnes ; les autres rentrantes ou *synclinaux*, *s*, formant les vallées.

Suivant l'intensité relative des poussées latérales s'exerçant en une même région, les *plis* qui en résultent prennent une forme variable (fig. 469) : pli *droit* (1), *déjeté* (2), *renversé* (3), *inverse* (4).

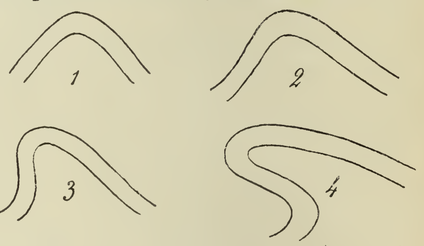


Fig. 469. — Plis de formes diverses.

Une région peut avoir subi à une époque reculée des plissements dans une certaine direction ; plus tard, d'autres plissements s'y produisant dans une direction différente, le relief du sol acquiert de ce fait une complication étrange (Basses-Alpes, Provence).

Les massifs montagneux importants portent d'ordinaire les marques de ces effets variés. Les couches du sol, ainsi mouvementées, demeurent rarement continues ; leurs plans de ruptures avec dénivellation s'appellent *failles* (fig. 470).

Sur une grande étendue intéressant la même région, on remarque souvent plusieurs failles parallèles, de sorte que les surfaces des bandes comprises entre les plans de rupture successifs forment une chute en escalier; les parties surélevées forment un *horst;* les parties affaissées, *effondrées*, forment une *fosse* au contraire.

La vallée du Rhin résulte d'un effondrement qui s'est produit du N. au S., dans un massif autrefois unique, représenté aujourd'hui par 2 mas-

sifs parallèles : les Vosges et la Forêt-Noire. [Chacun de ces massifs est un *horst*; la vallée du Rhin est une *fosse*.]

Autrefois l'Amérique du Nord était réunie à la Scandinavie par de grands plis (chaînes *huronienne* et *calédonnienne*, page 445), de même le Brésil, l'Afrique et l'Australie formaient un vaste continent austral; des failles immenses, accompagnées d'effondrements, se sont produites dans la direction N. S.; leur effet, joint à l'action destructive des vagues de mers anciennes, a démantelé ces plis. Les dépressions qui en résultèrent constituent aujourd'hui le lit occupé par l'Océan Atlantique.

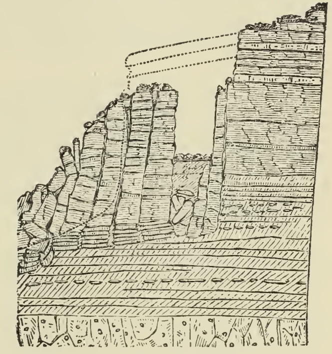


Fig. 470. — Faille produite par le glissement des roches supérieures sur les roches sous-jacentes.

ARCHÉEN. — On désigne sous ce nom l'ensemble des assises cristallophylliennes sur lesquelles repose toute la série des roches sédimentaires.

Par ce fait, elles paraissent devoir nous être inconnues ; mais, lorsque l'écorce terrestre s'est plissée, le noyau interne a amené au jour d'énormes masses granitiques qui ont relevé la série sédimentaire et les assises cristallophylliennes ; celles-ci forment, par suite, les contreforts, les flancs des chaînes de montagnes dont le granite occupe souvent le centre.

Si donc, partant d'une haute crête, on en descend la pente, on y verra les assises cristallophylliennes *redressées, dans leur ordre normal de succession*, de la profondeur vers la surface du sol (fig. 431).

Principales régions d'affleurement. — L'Archéen affleure dans la plupart des pays d'altitude élevée. Il couvre une grande étendue dans le Plateau Central, forme la partie E. des Pyrénées, constitue en partie les Alpes, les crêtes des Vosges et de la Forêt-Noire; il présente en Bretagne deux directions convergeant vers l'O. ; il est plus développé dans le Canada et l'Amérique du N.

Applications des roches ignées. — Les éléments de ces roches reçoivent des applications diverses :

Le *quartz* et ses variétés sont utilisés en joaillerie; le *mica* en grandes plaques est taillé comme vitres pour les vaisseaux de guerre à cause de sa flexibilité; en paillettes fines, le mica forme la poudre employée pour

sécher l'écriture; le *talc* (roche composée de talc et de quartz) est utilisé par les tailleurs d'habits sous le nom de craie de Briançon, et à l'état pulvérulent par les gantiers sous le nom de poudre de savon, etc.

Taillées en masses compactes, les roches ignées servent à la construction de monuments de longue durée (jetées, digues, édifices divers); on en fait des pierres de taille, des colonnes cylindriques ou cannelées du plus bel effet, des vases de grand prix, des pavés, des dalles, etc.

II. TERRAINS SÉDIMENTAIRES

L'*origine* des terrains sédimentaires et les *caractères* des roches qui les composent (roches siliceuses, argileuses, calcaires) ont été exposés déjà (voir pages 383-389).

Leur stratification et leur succession. — Les terrains sédimentaires sont formés de couches différentes superposées ou *strates*.

L'examen des rapports de ces couches dans un lieu donné nous fait connaître leur **âge relatif en ce lieu.**

Nous définirons ces rapports en nous basant sur les **modes de stratification.**

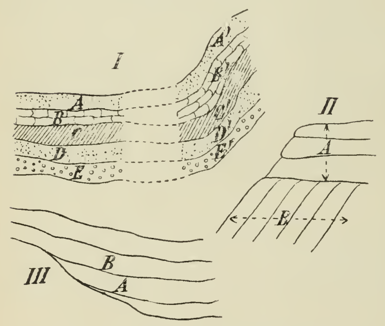


Fig. 471 — Modes de stratification. — I. *Stratification concordante :* les couches successivement déposées sont demeurées parallèles. — II. *Stratification discordante;* l'ensemble des couches *A* a une direction différente de celle des couches *B*. — III. *Stratification transgressive.*

1° *Toute couche sédimentaire s'est déposée horizontalement* sur une étendue limitée.

Si, depuis son dépôt, la région qu'elle recouvre n'a subi aucune déformation, cette couche est demeurée horizontale; sinon, elle est plus ou moins inclinée, parfois même verticale.

2° **Principe de superposition.** — *De deux couches sédimentaires superposées et parallèles, A et B* (fig. 471, I), *la couche inférieure B est la plus ancienne, en général.*

3° *Plusieurs couches sédimentaires superposées et parallèles* (*A, B, C, D, E*) *forment un système en* **stratification concordante,** *quelle qu'en soit la direction* (I).

Les couches sont demeurées horizontales si la région n'a pas été bouleversée; quand elles sont inclinées, *tout en ayant conservé leur parallélisme* (*A', B', C', D', E'*), le mouvement du sol auquel elles ont obéi s'est produit après leur dépôt (fig. 472).

4° *Deux systèmes A et B* (fig. 471, II), dont chacun est composé de couches parallèles, *sont dits en* **stratification discordante,** *lorsque les couches du système A sont inclinées sur celles du système B.*

Si les couches *A* sont horizontales et recouvrent l'ensemble des couches *B*, elles sont les plus récentes ; elles se sont déposées après la perturbation du sol qui a incliné le système *B*.

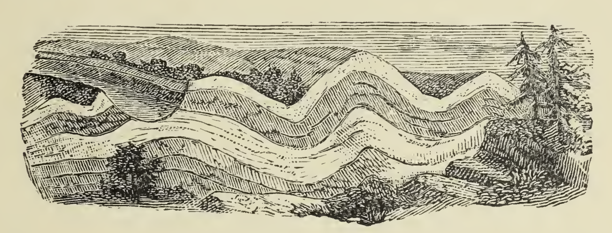


Fig. 472. — Roches stratifiées et plissées.

C'est ainsi qu'on peut reconnaître l'*âge d'une chaîne de montagnes:* La chaîne a acquis son relief avant le dépôt des roches sédimentaires qui, appuyées sur ses flancs, ont conservé leur horizontalité (fig. 473).

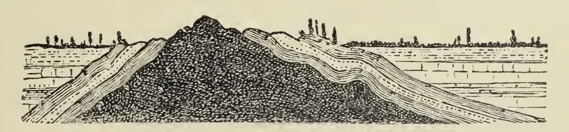


Fig 473. — Massif éruptif postérieur aux couches sédimentaires inclinées sur ses flancs et antérieur aux couches horizontales.

5° *Quand une roche sédimentaire se dépose dans une vallée dont un mouvement lent du sol détermine l'exhaussement* (fig. 471, III), *l'étendue du dépôt nouveau B est plus grande que celle des dépôts A qui l'ont précédé; la* **stratification** *est* **transgressive.**

Pénétration des roches éruptives au sein des couches sédimentaires. — Quand un filon de roches éruptives traverse une série de couches sédimentaires, sa formation est postérieure au dépôt des couches traversées; la conclusion est identique s'il s'est épanché sur une couche en formant une sorte de champignon (fig. 441).

Age relatif des couches sédimentaires en deux régions différentes. — La succession des *couches sédimentaires de même âge* diffère généralement en deux points éloignés X et Y, pour des causes diverses.

L'un des meilleurs moyens de reconnaître si les couches de la région X se sont formées à la même époque que celle de la région Y, consiste à comparer leurs *fossiles.*

FOSSILES

On appelle *fossile* tout débris organique rencontré dans une couche sédimentaire ; on comprend aussi sous ce nom les *moules*, les *empreintes* des animaux ou des plantes, les *traces* quelconques de l'activité des animaux.

Fossilisation. - Un animal ne peut devenir un fossile s'il est abandonné à l'air ; au bout de quelques jours, ses parties molles auront disparu ; ses parties résistantes (dents, squelette, chitine, test) subsisteront seules et seront elles-mêmes attaquées et dissoutes à la longue par l'eau de pluie.

Un être enfoui vivant, ou aussitôt après sa mort, sera d'autant mieux conservé que la substance qui l'englobe le préservera plus complètement du contact de l'air.

Des Mammouths ont été retrouvés absolument intacts, en Sibérie, dans le limon glacé et *imperméable* (fig. 474).

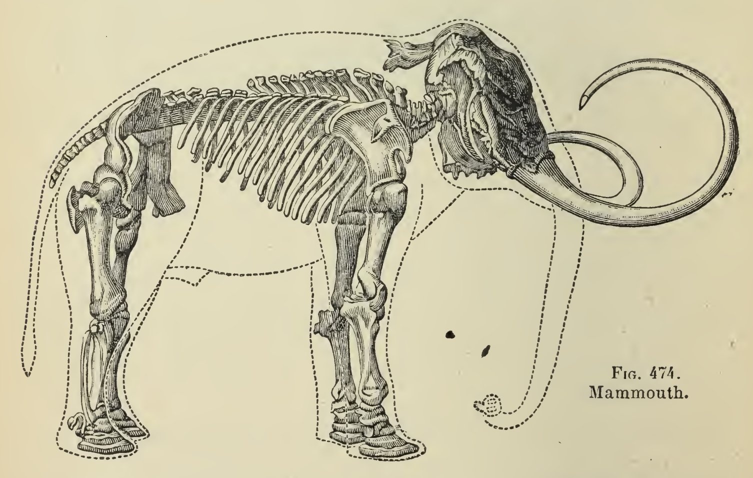


Fig. 474. Mammouth.

Dans un milieu peu accessible à l'air et à l'eau d'infiltration (limon argileux, par exemple), les parties molles de l'être se

décomposent, disparaissent à la longue et sont généralement remplacées par la substance enveloppante; cette dernière prend l'empreinte des parties squelettiques.

Si c'est une coquille, le limon s'applique étroitement sur ses contours interne et externe, forme un *moule externe* et un *moule interne*.

Au voisinage des sources minérales se sont conservées beaucoup de formes végétales (empreintes de tiges, de feuilles) ou de formes animales (Insectes, Mollusques); les dépôts calcaires ou siliceux les ont recouvertes ou protégées jusqu'à notre époque.

De pareils dépôts se forment aussi de nos jours près des sources incrustantes et des geysers.

La connaissance des fossiles est utile à la stratigraphie.

En effet : 1° *Toute roche sédimentaire renferme, à l'état fossile, une partie des êtres qui ont vécu dans les eaux lors de sa formation.*

2° Parmi les animaux aquatiques actuellement vivants, les uns habitent les mers; d'autres, les eaux des lagunes; d'autres, les eaux douces. Or, il résulte de la comparaison des formes actuelles avec les formes fossiles que *nombre d'entre elles ont les rapports les plus étroits et ont dû vivre dans des milieux identiques :*

Ainsi on rapporte :
à la *faune marine*, l'Huître (fig. 259), la Moule;
à la *faune saumâtre*, la Mye, la Cérithe (fig. 475);
à la *faune d'eau douce*, la Physe (fig. 476), la Lymnée.

Fig. 475. — *Cerithium mutabile.*

Fig. 476. — Physe.

3° Dans une mer large ouverte, un grand nombre d'espèces sont communes à des parages très éloignés; elles deviendront des *fossiles caractéristiques* de la couche sédimentaire qui les englobe.

Chaque couche sédimentaire de l'écorce terrestre présente un certain nombre de fossiles qu'on trouve *à ce niveau seulement*.

Les conséquences de ces remarques sont les suivantes :

(*a*) *L'origine d'une formation sédimentaire est indiquée par la nature des fossiles qu'elle contient :* une formation marine contiendra des Huîtres, par exemple; une formation d'eau douce renfermera des Physes.

(*b*) *Deux formations sédimentaires, qui possèdent un même ensemble de fossiles caractéristiques, sont dites* **synchroniques** ou de même âge.

La classification des couches sédimentaires qui existent sur toute l'étendue du globe dépend donc de l'*étude des fossiles*, c'est-à-dire de la **Paléontologie**.

Nature des divisions établies parmi les roches sédimentaires. — On appelle **couche** la formation sédimentaire la plus simple ; on la désigne, en général, par le nom de l'espèce la plus caractéristique (*Couche à Ostrea longirostris*).

Une réunion de couches est un **étage** dont la durée de formation est une **époque**.

Un ensemble d'étages est un **système**; sa durée de formation est une **période**.

Une réunion de systèmes est un **groupe** (*Groupe tertiaire*); le temps de sa formation est une **ère**.

Chaque époque, chaque période, chaque ère est caractérisée par une *faune* et une *flore* spéciales, attestant une évolution constante et un progrès continu des êtres organisés depuis les plus anciens qui nous soient connus.

	GROUPES	SYSTÈMES	
FORMATIONS SÉDIMENTAIRES.	Gr. quaternaire.	*Actuel.* *Pléistocène.*	
	Gr. tertiaire ou néozoïque.	*Néogène.*	Pliocène. Miocène.
		Éogène.	Oligocène. Éocène.
	Gr. secondaire ou mésozoïque.	*Crétacé.* *Jurassique.* *Triasique.*	
	Gr. primaire ou paléozoïque.	*Permien.* *Carboniférien.* *Dévonien.* *Silurien.*	
	ARCHÉEN		

A. TERRAINS PRIMAIRES

Caractères généraux. — Les terrains primaires sont les plus anciennes formations sédimentaires où nous puissions rencon-



Fig. 477. — Carte de la France pendant l'ère paléozoïque.

trer des fossiles. Ce sont principalement : le *Silurien*, le *Dévonien*, le *Carboniférien* et le *Permien*

Les couches y sont fort plissées en général, de couleur foncée; les roches en sont dures et compactes.

Les roches siliceuses sont à l'état de grès et de conglomérats; les calcaires blancs ou noirs, souvent cristallins, peuvent donner des marbres; les argiles y sont transformées en schistes.

Une température élevée régnait sur tout le globe à ce moment.

Une grande bande de terre s'étendait du Canada (bords du lac Huron, Amérique) à la Scandinavie et jusqu'à la Chine septentrionale, formant un vaste continent boréal (*chaîne huronienne*); plus au sud, se remarquaient des îlots épars au milieu d'un immense Océan (fig. 469), notamment la Bretagne, le Cotentin, le Plateau Central, les Pyrénées.

Le continent boréal se disloquant en partie sous l'influence de grands plissements, les vases provenant de sa désagrégation sont venues se déposer en partie jusque sur le rivage du continent armoricain; elles y ont formé des schistes (phyllades de Saint-Lô, de Granville, etc.), exploités pour faire des dalles.

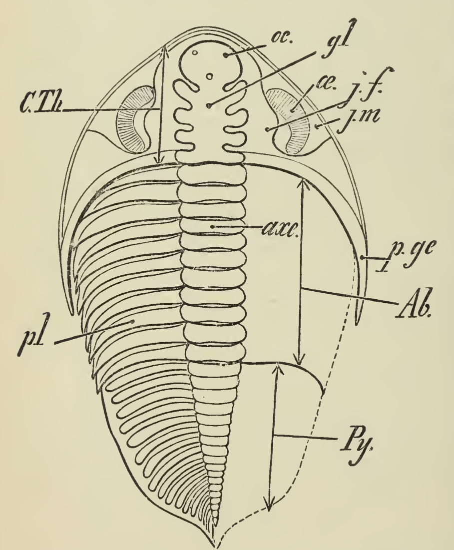


Fig. 478. — *Dalmanites Hausmannii* (Trilobite; face dorsale). *C.Th*, céphalothorax; *Ab*, abdomen; *Py*, pygidium; *gl*, glabelle; *oc*, ocelle; *j.f*, joue fixe; *j,m*. joue mobile; *œ*, œil composé; *pl*. plèvre.

Avec l'accroissement progressif des îlots précédents, la faune (animaux) et la flore (plantes) devinrent plus riches, d'abord composées d'espèces aquatiques, puis d'espèces continentales qui se multiplièrent à leur tour, pendant le Dévonien et le Carboniférien.

1° TERRAIN SILURIEN[1]. — Ce terrain est composé surtout de schistes et de grès; les

1. Le nom de Silurien vient de ce que ce terrain a été étudié d'abord dans le Pays de Galles (Grande-Bretagne) habité autrefois par les Silures, d'origine gauloise.

calcaires y sont fréquents au sommet. Il est bien développé en France, dans les Ardennes, la Bretagne, le Cotentin (montagne du Roule à Cherbourg), et dans la Montagne-Noire au sud du Plateau Central ; dans le pays de Galles, il atteint jusqu'à 1000 mètres d'épaisseur.

On en retire : en Bretagne, à Bagnolles (Orne), à Mortain et à Cherbourg, le *grès armoricain* dur et blanchâtre, utilisé pour empierrer les routes et faire des pavés; à May (près de Caen), un *minerai de fer* qui surmonte le grès armoricain; à Trélazé (près d'Angers) et à Fumay (Ardennes), des *schistes* servent à la fabrication des ardoises; à Monthermé (Ardennes), des *quartzites* ou grès pour l'empierrement.

Les **fossiles** caractéristiques du Silurien sont les *Trilobites* (fig. 478), animaux Crustacés dont le corps était divisé transversalement en 3 régions : 1° un *céphalothorax C.Th;* 2° un *abdomen, Ab;* 3° un *postabdomen* ou *pygidium, Py.*

Le corps des Trilobites était aussi divisé longitudinalement en 3 lobes.

Pendant la formation des couches siluriennes, une grande *chaîne calédonienne* [1] apparut de la Norvège à l'Écosse et au fleuve Saint-Laurent (Amérique), parallèlement à la chaîne *huronienne* en partie démantelée.

2° *TERRAIN DÉVONIEN* [2]. — Il comprend des schistes, des grès, et aussi des calcaires plus abondants que dans le Silurien.

Les assises dévoniennes sont admirablement représentées dans les Ardennes et la Belgique ; elles s'y sont déposées dans un synclinal occupé par la mer, depuis Fumay au S. jusqu'à Namur au N.

Des dépôts dévoniens se remarquent : en France, dans le Boulonnais, le Cotentin et la Bretagne, dans les Pyrénées; en Angleterre, dans le Devonshire. En Écosse, ils forment le vieux grès rouge.

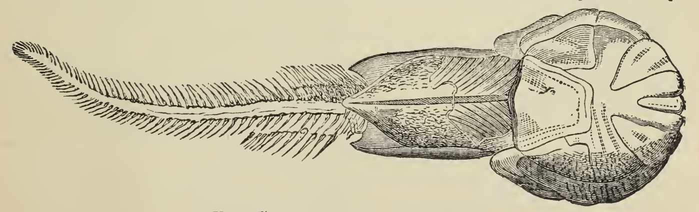


Fig. 479. — *Coccosteus decipiens.*

On emploie les calcaires dévoniens comme *marbres:* marbres de Sainte-Anne (Belgique) et de Ferques (Pas-de-Calais) ; marbre griotte rouge et

1. De la Calédonie, ancien nom de l'Écosse.
2. Le nom de Dévonien vient du Devonshire, comté d'Angleterre.

marbre vert de Campan (près de Carcassonne); calcaire d'Erbray et de Viré. Les quartzites de Gahard et les schistes de Porsguen, utilisés en Bretagne, sont aussi dévoniens.

Minerai de cette époque : la calamine de la Vieille-Montagne.

Les principaux **fossiles** caractérisques du Dévonien sont :

Des *Poissons Ganoïdes cuirassés* (fig. 479) dont le thorax était protégé par de grandes plaques; les *Spirifer* (fig. 479 *bis*), animaux Brachiopodes dont le corps mou était renfermé dans une coquille à 2 valves, l'une ventrale, l'autre dorsale, articulées par une longue charnière droite.

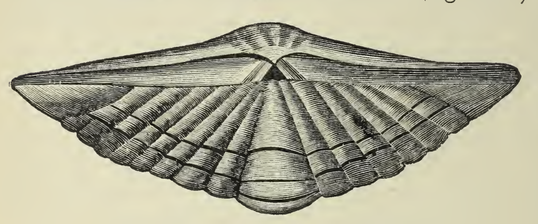


Fig. 479 *bis*. — *Spirifer speciosus*.

Des mouvements importants se sont produits à la fin du Dévonien et pendant tout le Carboniférien, ayant pour conséquence la formation de la *chaîne hercynienne* [1] ; alors se sont accentuées les saillies de la Bretagne, du Plateau Central, des Ardennes, des Vosges, de la Forêt-Noire, du Harz et de la Bohême.

3° *TERRAIN CARBONIFÉRIEN*. — Ce terrain comprend, à la base, des calcaires gris ou noirs et des schistes, surmontés des *dépôts de houille* (*charbon de terre*) *qui le caractérisent.*

Nos principaux bassins houillers sont situés dans le *bassin franco-belge* et dans le *Plateau Central* (fig. 434 et 435); nous en avons indiqué les principaux centres d'exploitation.

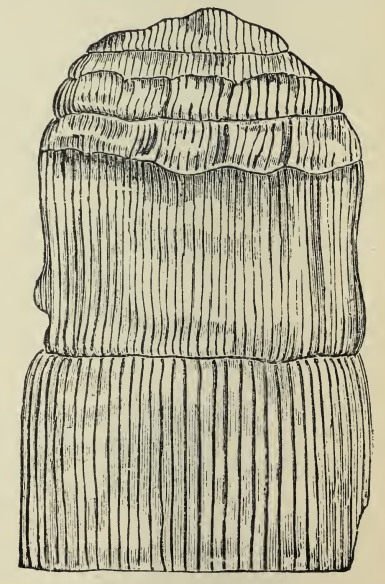


Fig. 480. — *Calamites*.

1 Ainsi appelée du nom de l'ancienne Germanie méridionale.

Les calcaires carbonifériens sont exploités comme marbres : *marbre de Belgique, petit granite, marbre des Écaussines.*

La houille est extraite en grande quantité dans le Pays de Galles, l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne occidentale et la Russie.

Minerais : Carbonate de fer ou sidérose, blende, galène, etc., à l'état de filons.

Les principaux **fossiles** du Carboniférien sont : les *Productus*, Brachiopodes différant des *Spirifer* en ce que l'une de leurs valves est convexe et l'autre concave; des *Insectes* nombreux; des **Poissons** *Sélaciens* à squelette cartilagineux et des *Ganoïdes*.

Les Végétaux sont représentés par des *Algues* abondantes, des **Cryptogames vasculaires** atteignant des dimensions considérables : *Pecopteris*, *Calamites* (fig. 480), *Lepidodendron*, *Sigillaire* (fig. 481).

Les *Pecopteris* étaient des Fougères arborescentes. Les *Calamites* étaient des Equisétinées mesurant parfois 10 mètres de haut.

Le *Lepidodendron* et la *Sigillaire* avaient des tiges hautes de 20 à 30 mètres, portées par de gros rhizomes; des feuilles aiguës étaient insérées régulièrement sur ces tiges qui en présentent encore les cicatrices.

La flore du Carboniférien a présenté sur tout le globe une complète uniformité.

Du Spitzberg à l'Équateur, la température des continents était élevée, l'atmosphère épaisse, chargée de vapeur d'eau et d'une proportion notable de gaz carbonique : Sous l'influence des radiations solaires, *les végétaux se développèrent* avec une activité extraordinaire, *fixant le carbone de l'air*, l'eau et les principes d'un sol jeune, encore enrichi par les débris des végétaux plus anciens décomposés sur place.

Les pluies abondantes entraînaient parfois à la mer, ou accumulaient dans des dépressions lacustres comme à Commentry, les plantes déracinées et les détritus de toute sorte qui, dans un milieu plus calme, se déposaient par ordre de densité (sédiments minéraux d'abord, *alluvion végétale* par-dessus).

Les couches végétales, plus ou moins épaisses, s'accumulèrent ainsi pendant des siècles et subirent, à l'abri de l'air, une pression et une dessiccation croissantes, une lente décomposition qui en fit la *houille*.

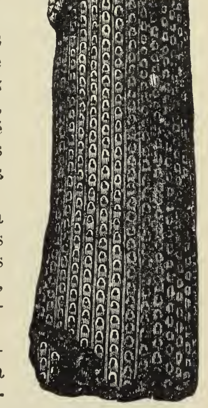
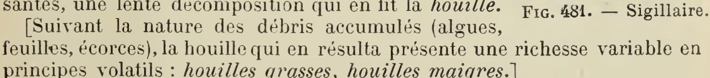


Fig. 481. — Sigillaire.



[Suivant la nature des débris accumulés (algues, feuilles, écorces), la houille qui en résulta présente une richesse variable en principes volatils : *houilles grasses, houilles maigres.*]

4° *TERRAIN PERMIEN* [1]. — Ce terrain, le dernier du groupe primaire, comprend des schistes parfois bitumineux, des grès, des couches de *gypse* et de *sel gemme* au sommet.

1. Nom tiré du gouvernement de Perm (Russie occidentale).

On le trouve en France : dans les Vosges, le Plateau Central (Autun, Le Creusot, Lodève, Brive), les Pyrénées et les Alpes.

C'est surtout en Thuringe (Allemagne) et dans le gouvernement de Perm (Russie) que ce terrain bien développé fournit des matériaux exploitables : *schistes cuivreux* du Mansfeld [on extrait de cette région, outre le cuivre, du soufre, de l'arsenic, du fer, du nickel, du cobalt, du manganèse, du mercure, de l'argent, etc.]; *galène* de Bleiberg; calcaires dolomitiques ; *sel gemme* et *gypse*, sous forme de précieux dépôts à Stassfürt.

Les couches permiennes renferment peu de **fossiles.**

Elles sont remarquables : par la présence des **Amphibiens** parmi lesquels se trouvaient de grands *Labyrinthodontes* à dents profondément plissées; par l'apparition des **Reptiles.** — Parmi les plantes, il convient de signaler des **Conifères** (*Walchia*).

L'étude du Permien dans l'Inde méridionale, l'Australie, l'Afrique australe et le Brésil a amené les géologues à considérer comme probable l'existence *d'un grand continent austral occupant, vers la fin de l'ère primaire, une grande partie de l'hémisphère S.*; ce continent, démantelé par la suite, était séparé des îles et des continents de l'hémisphère N. par une grande mer méditerranéenne.

De nombreuses **éruptions** *se sont produites pendant toute l'ère primaire.* Elles ont formé en France : le *granite* de Vire, de Flamanville et de la Bretagne; la *granulite*, la *pegmatite* et la *syénite* du Cotentin; les *porphyres* du Plateau Central (Morvan, Beaujolais, etc.)

B. TERRAINS SECONDAIRES

Caractères généraux. — Ils comprennent : le *Trias*, le *Jurassique* et le *Crétacé*.

Les roches qui se sont déposées à cette époque forment aujourd'hui : des calcaires argileux bleus colorés par du sulfure de fer, des calcaires oolithiques, des argiles, plus rarement des sables.

L'atmosphère est désormais plus légère et purifiée par l'abondante végétation de l'ère primaire; les continents plus étendus sont habités par des êtres nouveaux : des Reptiles variés, des Mammifères assez rares encore, d'innombrables Insectes, et plus tard les premiers Oiseaux. La richesse des formes végétales, parmi lesquelles vont figurer les Angiospermes, compense les gigantesques dimensions des Cryptogames primaires.

La connaissance des faunes marines secondaires aux divers points du globe nous apprend que la température n'y est plus

uniforme. Il existe désormais : des *régions boréales* avec une faune pauvre en espèces ; des *zones tempérées* où la faune est plus riche et les Coralliaires très nombreux ; une *zone équatoriale* où la vie est la plus active.

Nous avons vu se dessiner, comme autant de rides : tout au N. du globe, la *chaîne huronienne*, d'âge archéen, formant un continent septentrional ; puis les *chaînes calédonienne* et *hercynienne* formant, pendant l'ère primaire, autant de bordures parallèles à ce continent ancien, disloqué en partie.

La chaîne hercynienne est démantelée à son tour par l'action combinée de l'atmosphère et des eaux marines ; dans les dépressions formées autour d'elle s'établissent, à l'O. de l'Europe, les lagunes du Trias, les golfes et détroits où s'édifieront les polypiers du Jurassique, où s'accumuleront les dépôts secondaires formés aux dépens du littoral et des continents.

Une vaste mer occupe alors les contrées méridionales et couvre la région alpine, en partie tout au moins.

Ainsi, à l'ère primaire caractérisée par de grands mouvements du sol, succède une ère plus calme où se produiront, en Europe, quelques éruptions triasiques seulement.

1° *TERRAIN TRIASIQUE*. — Ce terrain comprend, dans les Vosges, deux formations d'eau douce ou de lagunes (*grès* à la base, *marnes irisées* au sommet) séparées par un *calcaire marin* riche en coquilles.

La mer triasique, qui baignait les 2 versants de la chaîne alpine en formation, y a déposé de puissantes masses de *calcaires marins*.

Le Trias forme une grande partie de la région vosgienne ; il affleure en de nombreux points autour du Plateau Central ; il couvre aussi la Souabe et la Franconie (Allemagne).

Il s'étend avec son caractère marin sur le Tyrol et une partie des Alpes Autrichiennes ; il forme aussi des couches importantes à l'E. et au N. de la Russie.

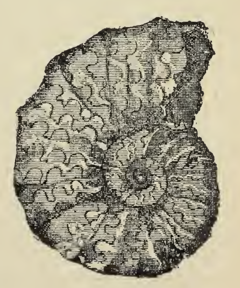


Fig. 482. — Cératite.

On exploite à Vic, à Dieuze, à Varangeville, etc., les amas lenticulaires de *sel gemme* et de *gypse* contenus dans les marnes irisées. Ces amas sont dus à une active évaporation de l'eau de mer renfermée dans les lagunes qui couvraient l'E. de la

France, la Souabe et la Franconie, régions émergées à diverses reprises pendant la période triasique.

Minerais : Carbonate de cuivre; galène; limonite et pyrite de fer.

Parmi les **fossiles** intéressants du Trias, nous signalerons le *Cératite* (fig. 482), Mollusque céphalopode précurseur des Ammonites du Jurassique.

Les **Poissons** *Téléostéens* apparaissent dans le Trias, ainsi que les premiers Reptiles, tandis que les **Amphibiens** *Labyrinthodontes* disparaissent à jamais.

2° *TERRAIN JURASSIQUE*[1]. — Ce terrain très vaste comprend des grès et des conglomérats à la base, en général; puis de nombreuses assises calcaires et argileuses, se succédant avec une certaine régularité.

Le Jurassique acquiert une importance exceptionnelle en France; il y affleure sous la forme d'un 8 dont la boucle inférieure entoure le Plateau Central, tandis que la boucle supérieure enveloppe le *bassin de Paris*, sauf de l'embouchure de la Seine à l'Ardenne où cette boucle est largement ouverte.

La période jurassique correspond à une grande extension des mers, à l'O. comme à l'E. de l'Europe qui était en partie émergée pendant le Trias.

Dès le début, la mer envahit en France le bassin de Paris. Ce bassin communique alors : avec le *bassin du Rhône* par le *détroit de la Côte-d'Or*, avec le *bassin d'Aquitaine* par le *détroit du Poitou*. Les bassins d'Aquitaine et du Rhône sont eux-mêmes en rapport par le *détroit du Languedoc*, au S. du Plateau Central (fig. 483).

Dans le bassin de Paris en particulier, *les couches successives du Jurassique forment comme une série de cuvettes empilées*, cuvettes *d'autant moins larges qu'elles sont plus récentes ;* leur milieu correspond à peu près à l'emplacement de Paris.

En se dirigeant de Nancy (à l'E.) ou de Carentan (à l'O.) vers Paris, on observe *sur leur bord* ces dépôts en cuvette qui se sont formés successivement et qui plongent vers le centre du bassin.

Les *couches inférieures du Jurassique* (*Lias*), bien développées à l'E. du bassin de Paris, consistent en marnes et calcaires bleus, en calcaires marneux et en schistes.

On en retire : le calcaire sableux de Mézières et Sedan, les marnes pyriteuses des Ardennes, calcinées et livrées au commerce sous le nom de *cendres* pour l'amélioration des terres ; le calcaire ferrugineux de Longwy, de Thostes et Mazenay (Morvan) ; le calcaire à ciment de Venarey et Pouilly (Côte-d'Or) et celui de Vassy (près d'Avallon).

1. Ce terrain tire son nom du Jura qui en est presque entièrement formé.

Les *couches moyennes du Jurassique* (*Oolithe*) constituent des calcaires importants très nets dans le Calvados, de



FIG. 483. — Carte de la France pendant l'ère secondaire.

Bayeux à Caen, et sur le rivage de la mer, de Grand-Camp à Port-en-Bessin et Luc.

En Bourgogne et en Lorraine, cette série est importante et les formations coralligènes y jouent un rôle de premier ordre.

On en retire d'excellentes pierres de construction : à Caen ; près de Vézelay (Yonne) et près de Vesoul.

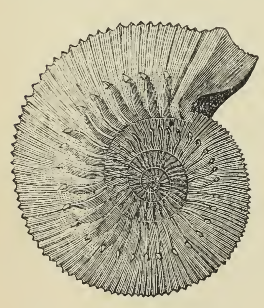
Les *couches supérieures du Jurassique* comprennent des couches alternatives d'argiles et de calcaires qu'on peut observer de Dives (Calvados) à Honfleur, au Havre et jusque dans le pays de Bray sur la rive droite de la Seine (Seine-Inférieure).

Des dépôts de même nature se remarquent en Angleterre, dans la région qui limitait au N.-O. le bassin de Paris.

Pendant que se sont formées ces assises, le détroit du Poitou a été obstrué, tandis que le rivage oriental du bassin de Paris [toujours en communication avec la mer du Rhône] était occupé par des polypes qui y ont construit d'immenses récifs autour du Morvan et des Vosges.

Dans la région du Jura, en particulier, les calcaires construits forment des bandes parallèles orientées du S.-O. au N.-E ; ces bandes ont été successivement édifiées par les polypes qui se sont retirés à l'E., évacuant la région parisienne où la température devenait trop froide pour eux.

On exploite ces formations jurassiques comme pierres de construction (calcaires), comme pierres lithographiques (calcaires de Solenhofen, en Bavière) ; les calcaires argileux du cap Gris-Nez et du littoral de l'Angleterre (Portland) servent à la préparation du ciment de Portland.


Fig. 484. — Ammonite. (*A. Humphriesianus.*)

Les **fossiles** jurassiques les plus remarquables appartiennent aux **Mollusques Céphalopodes** [*Ammonites* (fig. 484), *Bélemnites* (fig. 485)] et aux **Reptiles** [*Ichthyosaure* (fig. 486), *Plésiosaure* (fig. 487), *Ptérodactyle*, etc.)].

Le premier Oiseau (*Archæopteryx*) a été observé dans les calcaires de Solenhofen.

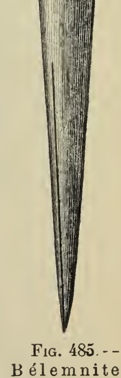


Fig. 485. — Bélemnite (*B. giganteus*).

Les *Ammonites* présentent une coquille enroulée comprenant une série de chambres de plus en plus grandes, séparées par des cloisons sinueuses; ces cloisons forment avec la paroi de la coquille des dessins comparables à

des feuilles de fougères. — Les *Bélemnites*, voisines des Seiches (page 243), ont laissé une sorte de pointe de flèche comparable à l'os de Seiche et portant une série longitudinale de chambres.

L'animal qui a sécrété sa coquille (Ammonite, Bélemnite) habita successivement toutes les chambres, à mesure qu'il grandissait.

L'*Ichthyosaure*, très commun dans les mers jurassiques, mesurait jusqu'à 23 mètres ; il possédait une tête volumineuse avec un long museau armé de dents, un cou très court, une longue queue, des membres adaptés à la natation.

Le *Plésiosaure* présentait, au contraire, une petite tête portée par un long cou, une queue courte, des membres avec palettes natatoires, car il habitait aussi les mers.

L'Ichthyosaure et le Plésiosaure se livraient parfois de terribles combats.

Le *Ptérodactyle*, Reptile volant, de la grosseur d'un poulet, avait une tête énorme, un squelette avec les os creux et de grands membres antérieurs.

Du 5e doigt extrêmement développé s'étendait une membrane alaire soutenue par les membres postérieurs et la queue.

L'*Archœopteryx* possédait des caractères de Reptile et d'Oiseau : une petite tête avec des os soudés, des dents implantées dans des alvéoles aux 2 mâchoires, les membres antérieurs transformés en ailes, mais avec les doigts distincts armés de griffes, une longue queue de 20 à 21 vertèbres portant chacune une paire de plumes.

Fig. 486. Ichthyosaure.

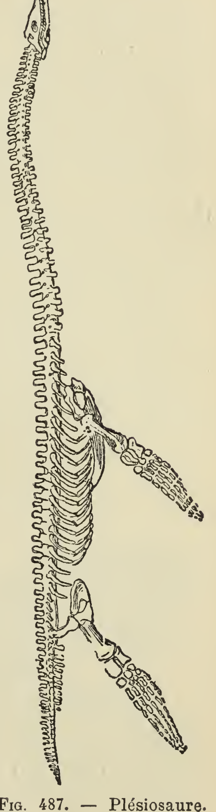


Fig. 487. — Plésiosaure.

Parmi les Végétaux, les **Phanérogames** comprennent des Conifères (*Sapin, Araucaria, Cèdre, Mélèze*, etc.).

3° *TERRAIN CRÉTACÉ*. — Il comprend :

à la base, des sables, des marnes et des argiles (*Infracrétacé*);

au sommet, de la *craie* (*Crétacé supérieur*).

Les couches crétacées du bassin de Paris rappellent aussi la forme de *cuvettes superposées* dont il a été question déjà au sujet du Jurassique.

A l'E. du bassin de Paris, l'*Infracrétace* est complet : sables et marnes à la base, puis argiles grises et bleues, enfin *sables verts* et *argiles* du Gault.

Le Gault renferme les *nodules de phosphate de calcium* (*coquins*) exploités dans les Ardennes, la Somme, etc. (page 389). La superposition des sables verts et des argiles imperméables à l'eau qui se trouvent à 560 mètres environ sous Paris, a permis d'y forer les *puits artésiens* de Grenelle et de Passy (page 413).

Le *Crétacé supérieur* du bassin de Paris comprend :

la *craie de Rouen* ou *craie glauconieuse* (pénétrée d'hydrosilicate de fer et de potassium);

la *craie marneuse* jaunâtre et compacte de la Touraine, appelée encore *tuffeau ;*

la *craie blanche* et tendre de Sens ;

un *calcaire pisolithique* représenté par des lambeaux dispersés çà et là aux environs de Paris.

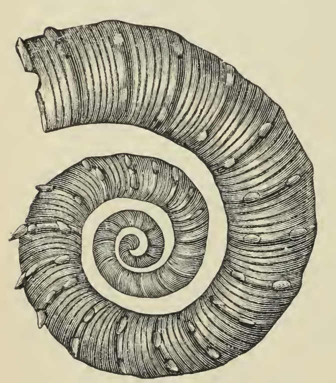


Fig. 488. — *Crioceras Duvali.*

La *craie glauconieuse* forme la côte Sainte-Catherine à Rouen et se remarque dans le pays de Bray. — Le *tuffeau* de Touraine, qui borde les vallées de l'Indre, du Cher et du Loir, sert à l'extraction de médiocres pierres de construction [les anciennes carrières sont habitées par les paysans]. — La *craie blanche* forme dans le Sénonais les hautes collines qui dominent la vallée de l'Yonne ; elle affleure dans les vastes plaines stériles de la Champagne pouilleuse ; elle forme les hautes falaises qui s'étendent du Havre au Tréport sur la côte normande et sur la côte anglaise correspondante.

Dans ces falaises se voient des cordons parallèles de silex qui, roulés par les eaux, donnent les galets de la côte.

Dans le midi de la France (Dauphiné, Provence et Aquitaine) les formations crétacées sont plus nettement calcaires dans toute leur étendue ; on les exploite comme pierres de construc-

tion (*pierre d'Angoulême; pierre de Chancelade*, près de Périgueux ; *craie de Royan*).

Aux environs de Rochefort et dans l'île d'Aix se trouvent des argiles à *lignites;* des lignites sont également exploités à Fuveau (Bouches-du-Rhône).

Les principaux **fossiles** du Crétacé sont : des *Ammonites déroulées* (fig. 488) qui disparaissent avec cette période ; des *Bélemnitelles;* des *Rudistes* (fig. 489), Mollusques qui ont formé de puissants récifs dans l'Aquitaine et les Alpes ; des *Oursins* (fig. 490).

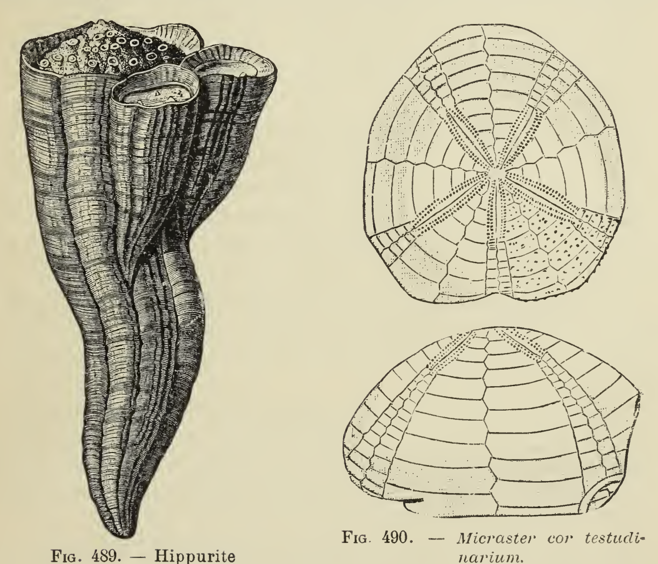


Fig. 489. — Hippurite

Fig. 490. — *Micraster cor testudinarium.*

Les **Reptiles** perdent de leur importance ; les **Oiseaux** sont pourvus de dents ; les diverses espèces de **Mammifères** commencent à se multiplier.

La flore crétacée est caractérisée par l'apparition des **Angiospermes** dont les formes sont déjà nombreuses (Palmier, Bambou, Saule, Peuplier, Hêtre, Platane, Figuier, etc.).

Ces plantes peuvent résister aux variations de température qui sont désormais la conséquence des saisons. Elles serviront à la nourriture des Mammifères qui vont pulluler pendant l'ère tertiaire.

C. TERRAINS TERTIAIRES

Caractères généraux. — Ces formations sont réparties dans l'**Éogène** et le **Néogène.**

Au début du Crétacé supérieur, la mer du bassin de Paris avait de nouveau communiqué avec la mer d'Aquitaine en franchissant la barrière du détroit du Poitou (obstrué pendant la période jurassique). Puis les eaux se sont retirées en évacuant une notable partie de l'Europe septentrionale, se cantonnant dans de petits synclinaux : le bassin de Paris émergea ; ceux de Bruxelles et de Londres émergèrent seulement en partie.

Au S., la mer occupa des dépressions le long des Alpes, des Pyrénées, et le long de l'Atlas en Algérie, etc.; car l'emplacement actuel de la *mer méditerranéenne* était occupé, sinon par une terre continue, du moins par une chaîne d'îles s'étendant du golfe des Antilles à l'Inde, à travers notre Méditerranée et l'Asie Mineure.

Le mouvement d'émersion s'est accentué pendant toute l'ère tertiaire, avec de nombreuses oscillations qui ont déterminé le retrait et le retour répétés de la mer en certaines régions, telles que le bassin de Paris.

La répartition des eaux en océans profonds et en mers continentales, avec des rivages étendus, a eu pour conséquence l'abondance des Protozoaires dans les eaux profondes, celle des Gastéropodes et des Lamellibranches sur les rivages, dans les lacs ou les mers restreintes.

Avec l'extension des continents a coïncidé l'épanouissement des Insectes et des Vertébrés aériens (Mammifères, Oiseaux) qui se nourrissent des végétaux Angiospermes désormais prédominants.

De grands fleuves apportèrent aux mers les sédiments qui ont formé les dépôts détritiques tertiaires : sables, argiles et marnes.

Pas de calcaires construits, mais de puissantes masses de calcaires blancs à Foraminifères dans la zone méditerranéenne.

Les *travertins*, spéciaux au Tertiaire, ont englobé des feuilles et des Mollusques d'eau douce dans les bassins où ils se sont formés ; les dépôts saumâtres et lagunaires abondèrent dans les mers continentales soumises à une active évaporation.

Puis le retrait des mers a été provoqué par les *soulèvements des Pyrénées, des Alpes, des Carpathes* (*chaîne alpine*). Ces plissements ont rejeté les eaux sur l'emplacement actuel de la Méditerranée, dans les vastes plaines de la Hongrie, de la Roumanie, de la Russie méridionale, etc.

Ils ont été accompagnés d'*éruptions violentes* principalement dans notre Plateau Central. avec émission de trachytes, d'andésites, de basaltes.

Peu à peu, le globe a acquis la configuration que nous lui connaissons aujourd'hui.

1° ÉOGÈNE. — Il comprend l'ensemble des sédiments formés du début de l'ère tertiaire jusqu'au delà du soulèvement des Pyrénées, pendant une période de luttes entre les mers et les continents au N.

Dans le bassin de Paris, l'Éogène est représenté par des *sables* et des *argiles* intercalées, à la base ; par du *calcaire grossier*, au-dessus ; puis par un important dépôt de *gypse ;* enfin par les *sables de Fontainebleau*, compris entre des marnes bleues et le calcaire de Brie au-dessous, le calcaire de Beauce au-dessus.

Les dépôts marins ont été effectués par la mer du N. qui envahit à diverses reprises le bassin de Paris par le détroit de Saint-Quentin (fig. 491).

On exploite, parmi tous ces dépôts : les *sables de Bracheux* (près de Soissons), de *Jonchery* (près de Reims) et de *Cuise* (dans l'Oise) ; l'*argile plastique* de Vaugirard, Vanves et Meudon (près de Paris) utilisée par les artistes et les potiers ; l'*argile* plus pure de *Montereau* dont on fait de la porcelaine ; les *argiles à lignites du Soissonnais*, employées sous le nom de cendres pour la fabrication de l'alun et du sulfate de fer ; le *calcaire grossier* à Nummulites (fig. 493) et à Cérithes (fig. 474) des environs de Paris qui sert de pierre de construction ; le *gypse*, épuisé à Montmartre, en pleine extraction à Argenteuil (près de Paris) où il atteint 30 mètres d'épaisseur ; le *calcaire de Brie ;* la *meulière de la Ferté-sous-Jouarre* (près de Meaux) dont on fabrique des meules de moulin ; les *grès siliceux* (enclavés dans les sables de Fontainebleau) employés pour le pavage ; le *calcaire* et les *meulières de Beauce* situées au sommet des collines des environs de Paris (Montmorency, Sannois, Mont-Valérien, plateau de Meudon) et employées pour les constructions.

Ainsi que le montre la carte (fig. 491), l'invasion marine qui a déposé les sables de Fontainebleau s'est avancée jusque dans les dépressions du Forez et de la Limagne en Auvergne. Ces dépressions récentes sont dues aux plissements qui ont coïncidé,

dans le Plateau Central, avec l'*exhaussement progressif des Pyrénées.*

En Aquitaine, de puissantes couches de calcaires nummuli-

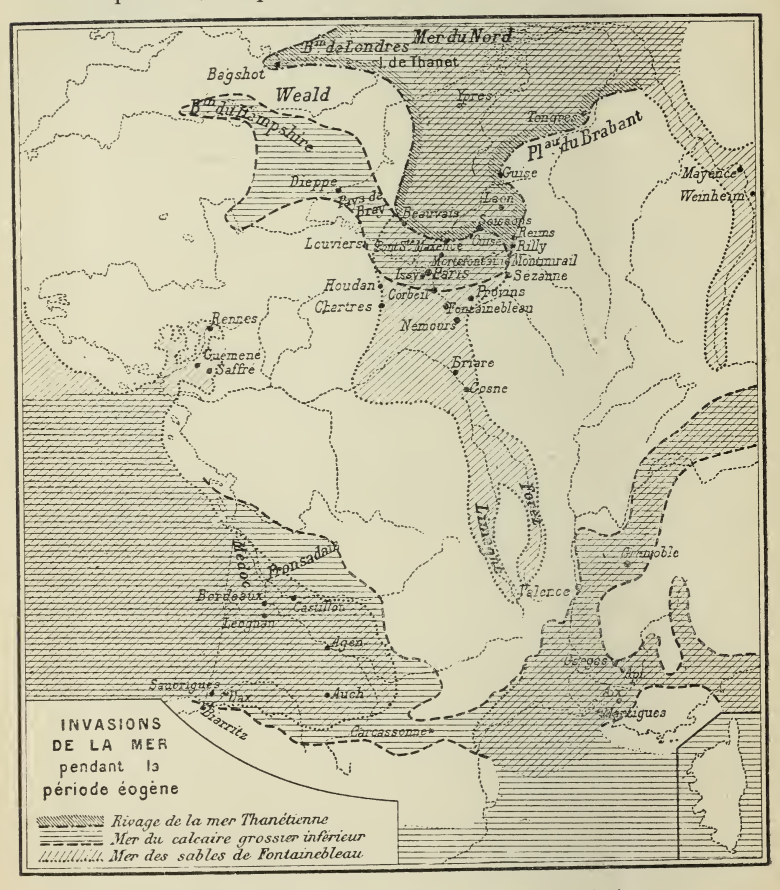


Fig. 491. — Carte de la France pendant la période éogène.

tiques ont précédé l'époque où les Pyrénées ont adopté leur relief actuel.

Dans toute l'étendue de la région méditerranéenne d'ailleurs, de l'Espagne à l'Himalaya, le terrain **nummulitique** a

pris un développement remarquable sous la forme de calcaires et de grès précieux comme matériaux de construction.

[Dans les Alpes et les Pyrénées, on trouve le terrain nummulitique jusqu'à 2 000 et 3 000 mètres d'altitude : ce qui prouve que ces chaînes montagneuses étaient encore en partie immergées lors de son dépôt.]

2° *NÉOGÈNE.* — La période néogène voit s'élever le massif des Alpes, s'ouvrir le détroit de Gibraltar ; la Méditerranée adopte sa configuration actuelle. Au N., le bassin de Paris émergé constitue avec le Plateau Central un territoire parcouru par de grands cours d'eau torrentiels ; ces cours d'eau forment un réseau entourant de nombreux îlots où vivent les Mammifères, les Oiseaux et autres animaux constituant une faune de plus en plus analogue à la faune actuelle.

*La fin de la période néogène [et de l'ère tertiaire par suite] coïncide avec l'*__apparition de l'Homme sur la terre.__

Les dépôts néogènes consistent, dans le bassin de Paris, en *sables* déposés par les cours d'eau dans les régions ravinées de l'Orléanais et de la Sologne ; l'Océan envahit momentanément l'O. du bassin par l'emplacement actuel de l'estuaire de la Loire, s'avance jusqu'à Blois, dépose les *faluns de la Touraine* (Manthelan, Pontlevoy), *les faluns du Maine* et *de l'Anjou,* pétris de coquilles variées ; puis il se retire définitivement.

Le golfe d'Aquitaine est lui-même évacué, après le dépôt des faluns de Bordeaux, Léognan, Saubrigues, etc.

[De cette époque datent les phosphorites du Quercy (page 390).]

Le bassin du Rhône n'est abandonné par la Méditerranée qu'à la fin de la période néogène, après avoir déposé sur les Alpes, avant leur exhaussement, la *mollasse* (grès calcaire tendre), puis des sables, des argiles, etc.

On exploite les faluns et les phosphorites du Quercy comme engrais. Le gisement de sel gemme de Wieliczka (Galicie) date de cette époque.

Les **fossiles** caractéristiques des terrains tertiaires sont tellement nombreux que nous ne pouvons songer à citer même les plus importants dans chacun des embranchements du règne animal.

Nous mentionnerons toutefois : les *Nummulites* (fig. 492), Protozoaires à coquille aplatie, divisée en une foule de compar-

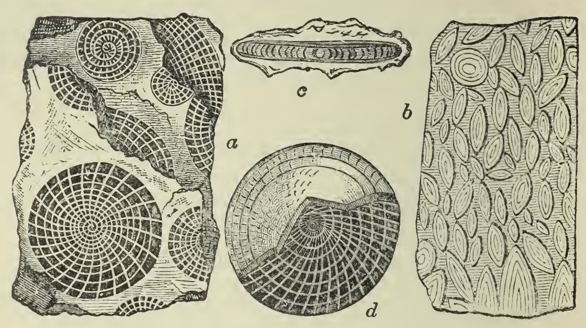


Fig. 492. — *Nummulites lævigata.*

timents, et dont le diamètre a de 2 à 60 millimètres ; les *Cérithes* (fig. 473), les *Fusus*, les *Lymnées*, les *Lucines*, etc., parmi les Mollusques ; des **Insectes** variés, bien conservés dans les dépôts d'Aix en Provence et d'Œningen, en Suisse ; parmi les Vertébrés : le *Gastornis*, oiseau qui atteignait plus de $2^m,50$ de hauteur (trouvé à Cernay, près de Reims et à Meudon) et de nombreux **Mammifères.**

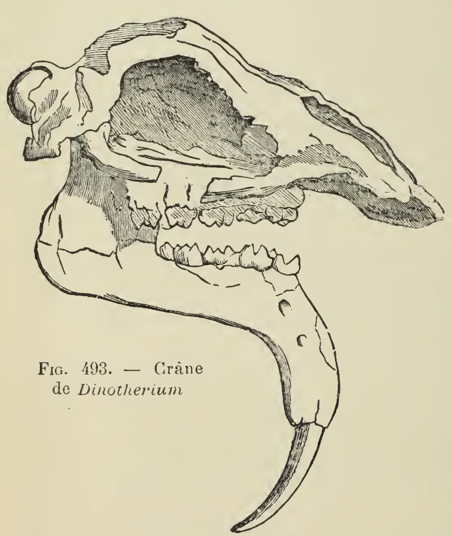


Fig. 493. — Crâne de *Dinotherium*

Mammifères tertiaires. — Dans le gypse de Paris, on a trouvé de grands *Ongulés :* le *Palæotherium*, de la taille du Rhinocéros, pourvu de 4 membres terminés chacun par 3 doigts ; l'*Anoplotherium*, grand comme un Tapir, dont les membres comprenaient 4 doigts ; le *Xiphodon* au corps svelte porté sur de hautes pattes avec 2 doigts seulement.

Toutes ces espèces vivaient au bord des cours d'eau et des lacs du bassin de Paris.

Les couches néogènes de Sansan et de Simorre (Gers) ont fourni : les 1ers Proboscidiens, avec le *Mastodonte*, pourvu de 4 grandes défenses peu recourbées et le *Dinotherium* (fig. 493), qui atteignait 4m,50 et portait 2 fortes défenses à la mâchoire inférieure ; de grands carnassiers comme le *Machairodus*, armé de puissantes canines à la mâchoire supérieure.

Plus tard seulement ont apparu : l'*Hipparion* (Cheval dont les membres étaient terminés par 3 doigts, fig. 493 *bis*), le *Lion*, la *Hyène ;* puis le *Cheval*, le *Cerf*, le *Bœuf*, l'*Éléphant* avec 2 défenses supérieures seulement.

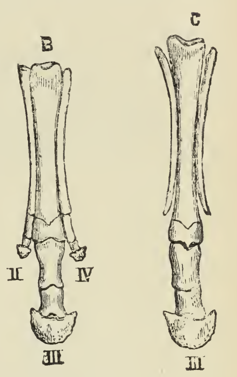


Fig. 493 *bis*. — Extrémité d'un membre. B, *Hipparion ;* C, Cheval.

L'activité éruptive s'est manifestée avec une intensité remarquable dans notre Plateau Central en particulier, pendant l'ère tertiaire (période néogène). Les principaux centres éruptifs y ont été : le Cantal, à l'O.; le Mont-Dore, au N.; le Velay, à l'E. Sur les flancs du massif du Cantal se voient des coulées d'andésite et de basalte ; les volcans ont projeté sur une étendue considérable des cendres (*cinérites*), qui se sont déposées dans des eaux tranquilles et ont englobé des végétaux nombreux (Érables, Hêtres, Bambous, etc.). Au Mont-Dore, les roches éruptives sont plus acides. La chaîne des Puys se formera pendant l'ère quaternaire.

Tous les volcans de l'Auvergne sont aujourd'hui éteints.

D. TERRAINS QUATERNAIRES

Caractères généraux. — Cette ère s'étend de l'*apparition de l'Homme sur la terre* jusqu'à nos jours.

Dès le début, la Méditerranée assez nettement délimitée à l'O. est à peine ébauchée à l'E.; alors se produisent les affaissements occupés par la mer Adriatique et la mer Égée ; cette dernière entre en communication avec la mer Noire.

Dans l'Océan Atlantique, un grand continent (*Atlantide*) existait entre l'Europe et l'Amérique du N., séparant les eaux froides boréales des eaux chaudes de la mer *méditerranéenne*.

Ce continent, morcelé déjà, s'effondre et disparaît, suscitant de grandes perturbations dans les conditions climatériques de l'Europe et de l'Amérique, notamment un abaissement de température.

Les vents chauds et humides, soufflant de la zone torride, parviennent avec les courants marins jusqu'aux régions froides où se condense la vapeur d'eau en pluies et neiges abondantes.

Les terres septentrionales de l'Europe et de l'Amérique, les hautes cimes des Alpes, des Pyrénées et des Montagnes Rocheuses se couvrent d'un épais manteau de glace.

Les *glaciers* descendent lentement vers les régions plus chaudes, striant ou polissant les roches sous-jacentes, charriant des *boues glaciaires* et des *blocs erratiques; les cours d'eau alimentés par les glaciers et les pluies transportent dans les plaines une partie du limon des plateaux et des boues; ils forment les* **alluvions** *quaternaires des vallées.*

Cet abaissement de la température moyenne n'est que temporaire; le Gulf-Stream s'établit dans l'Atlantique et assure à l'Europe des conditions de température et d'humidité plus favorables à l'entretien de la vie. Des forêts nombreuses couvrent le sol ; la faune et la flore quaternaires prennent peu à peu leurs caractères actuels et l'Homme règne en maître sur la nature.

Étude préhistorique de l'Homme. — L'Homme a progressivement acquis les connaissances qui lui ont permis de lutter plus avantageusement contre les animaux et de s'assurer un bien-être relatif.

A ces fins, il a déployé toutes les ressources d'une *intelligence* servie d'autant mieux par *la main* que l'éducation de cet organe est devenue plus parfaite.

On a divisé les temps préhistoriques en trois *âges* dont chacun est caractérisé par les matériaux dont l'Homme faisait le plus couramment usage :

1° L'*âge de la pierre;* 2° l'*âge du bronze;* 3° l'*âge du fer* auquel appartiennent les temps historiques.

1° Age de la pierre. — Il comprend 2 périodes : celle de la *pierre taillée* (sans doute précédée de la période de la *pierre brute* sur laquelle on n'a aucune donnée) et celle de la *pierre polie.*

Dans la *période paléolithique* (*pierre taillée,* fig. 494), l'Homme taille grossièrement des silex sur ses 2 faces, les appointe à un bout, les arrondit à l'autre et lutte ainsi contre les animaux. Il campe encore à l'air libre.

C'est l'époque où vit le Mammouth (fig. 474).

Plus tard, il taille mieux des silex plus petits, les fixe à l'extrémité de bâtons et possède des armes plus redoutables (massues, lances, etc.).

A cette époque, l'Homme habite les cavernes ; contemporain du Renne,

il commence à tailler les os pour s'en faire des aiguilles, des poinçons, des harpons, des *bâtons de commandement* ornés de dessins divers, il n'utilise pas encore d'animaux domestiques.

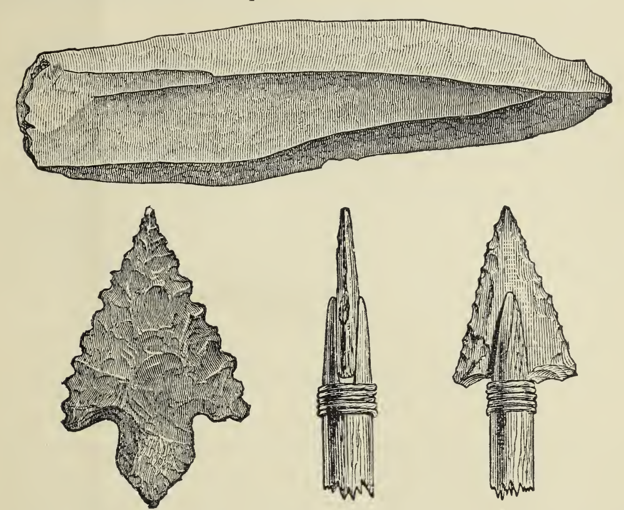


Fig. 494. — Couteau, pointes de flèches et flèches emmanchées en silex taillé.

Dès le début de la *période néolithique* (*pierre polie*, fig. 495), l'industrie humaine se manifeste : l'Homme plus intelligent, utilise les haches en pierre polie pour combattre ; il se construit des habitations sur pilotis au milieu des lacs (*habitations lacustres*) où il se retire la nuit à l'abri des animaux sauvages, il a domestiqué déjà le Chien, le Bœuf, le Mouton, le Cheval (?) ; il utilise leurs efforts pour cultiver la terre à laquelle il confie ses premières semences.

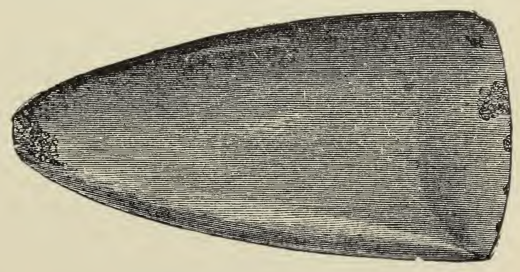


Fig. 495. — Hache en silex poli.

Vivant en famille, il apprend à se vêtir, à tisser des étoffes, à mouler des vases en poterie cuite, des ustensiles de cuisine, etc. (car il a découvert le moyen de faire du feu).

Les cavernes deviennent des lieux de sépulture : *dolmens, menhirs, cromlechs* (*monuments mégalithiques*)..

2° Age du bronze. — Creusant le sol en divers points, l'Homme y a découvert des minerais, l'or en premier lieu dont il a fait des bijoux ; il sait ensuite préparer le bronze avec lequel il se forge des armes, des objets d'ornement.

La métallurgie est dans l'enfance ; mais, l'esprit toujours en éveil, l'Homme se perfectionne dans l'art de faire le feu ; il obtient des températures suffisamment élevées pour travailler la fonte et le fer.

3° Age du fer. — Désormais en possession du métal le plus précieux qu'il peut forger, l'industriel se révélera constructeur de bateaux (créant ainsi l'art de la navigation, source des échanges commerciaux qui entraînent avec eux l'échange des idées et les relations des peuples) ; il devient charpentier et architecte et se construit des habitations plus confortables ; avec des instruments plus parfaits, l'agriculteur exige de la terre un rendement plus élevé, etc.

L'Homme s'est ainsi placé au premier rang parmi les animaux, grâce à des efforts intellectuels incessants.

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

On peut dégager de l'étude précédente des données générales concernant le sol de notre pays.

Le centre de la France est occupé par le *Plateau Central*, immense massif cristallin triangulaire, séparé :

1° du *massif armoricain* (Bretagne) à l'O., par les dépôts sédimentaires, occupant l'ancien détroit de Poitiers ;

2° des *Vosges*, au N.-E., par les sédiments, occupant l'ancien détroit de la Côte-d'Or ;

3° des *Pyrénées*, au S., par les sédiments qui ont obstrué l'ancien détroit du Languedoc (voir la carte fig. 483).

Le massif des *Alpes*, à l'E., beaucoup plus récent que le Plateau Central, en est séparé par la vallée du Rhône ; cette vallée a été occupée jusqu'à la fin de l'ère tertiaire par un prolongement de la Méditerranée.

Ces divers massifs cristallins circonscrivent : les bassins de Paris, d'Aquitaine et du Rhône, où se sont formés les dépôts sédimentaires des divers âges géologiques.

Le premier communiquait largement d'ordinaire avec les mers du N. ; le second était principalement ouvert à l'O. ; le bassin du Rhône formait, sur le rivage oriental du Plateau Central, la limite d'une immense mer qui s'étendait à l'E. et au S. de l'Europe.

Massifs cristallins. — Le *Plateau Central* comprend de grandes étendues de gneiss et de micaschites, traversés en divers points par des masses granitiques et des filons de porphyre ; on y remarque les coulées trachytiques et basaltiques du Cantal à l'O., du Mont-Dore et des Puys au N., du Velay à l'E.

Deux grandes brèches y forment, au N., les vallées de la Limagne et du Forez, occupées par des alluvions quaternaires et des dépôts tertiaires; l'Allier et la Loire y roulent leurs eaux. Des bassins houillers importants y sont répandus (fig. 435).

Le *Massif armoricain* comprend 2 bandes de gneiss, de micaschite et de granite qui s'étendent : du Finistère à la Vendée d'une part, au S.-E.; au Cotentin d'autre part, à l'E.

L'espace qui les sépare est occupé par des dépôts primaires ; la Loire-Inférieure et les environs de Rennes, envahis par la mer néogène, sont couverts de sédiments tertiaires et d'alluvions quaternaires.

Le centre de la chaîne des *Vosges* est formé de gneiss, de granite et de porphyres; une chute brusque s'observe vers la vallée du Rhin, couverte d'alluvions récentes ; le versant occidental, en pente plus douce, est couvert de sédiments triasiques, régulièrement étagés de l'E. à l'O. vers le bassin de Paris.

L'axe des *Pyrénées* comprend également des roches cristallophylliennes à l'E., et des îlots granitoïdes jusqu'au Pic du Midi d'Ossau, à l'O.; le versant français abrupt y comprend des formations dévoniennes importantes, puis des sédiments secondaires et tertiaires, étagés du S. au N. vers le bassin d'Aquitaine.

L'axe de la chaîne des *Alpes* est formé de roches cristallophylliennes, qui figurent un arc de cercle dont la convexité est tournée du côté de la France ; des plissements nombreux s'y observent avec d'importantes failles ; la distribution des dépôts sédimentaires y est fort irrégulière à cause de l'exhaussement tardif qui a produit cette chaîne.

En Provence, on remarque le petit massif cristallin des *Maures* et de l'*Esterel*, comprenant des schistes cristallins avec des roches éruptives (porphyres principalement).

La majeure partie de la *Corse* est un massif éruptif.

Formations sédimentaires des divers bassins. — Nous avons vu déjà que le *bassin de Paris* est limité : au N.-E. par le plateau du Brabant (Ardennes, Eifel) avec ses formations siluriennes dévoniennes et carbonifériennes (bassin houiller franco-belge) ; à l'E. par les Vosges ; au S. par le Plateau Central ; à l'O. par le massif armoricain.

Les sédiments secondaires et tertiaires l'ont peu à peu comblé, formant des cuvettes concentriques. Le Trias y est surtout visible à l'E. (versant occidental des Vosges) et au S. (autour du Morvan). Le Jurassique forme une ceinture interrompue au N. du Havre à Hirson (au pied du massif ardennais) : c'est au jurassique qu'appartiennent les calcaires oolithiques de la Lorraine, de la Bourgogne, du Nivernais et du Berry, les assises alternantes de calcaire et d'argile qui composent la côte du Calvados. Le Crétacé a une étendue considérable dans le bassin de Paris, forme les plaines stériles de la Champagne, à l'E., les falaises normandes, le pays de Bray et toute la région du N., la Touraine, l'Anjou au S.

Enfin, le centre même du bassin est exclusivement couvert par les sédiments tertiaires qui s'étendent au N. vers la Belgique et au S.-O. vers le Poitou.

Le *bassin d'Aquitaine*, longtemps en communication avec le bassin de Paris, en a été séparé par les calcaires jurassiques principalement. Les formations jurassiques et crétacées forment la limite de ce bassin au N., dans les Charentes, le Périgord et sur la bordure S.-O. du Plateau Central (causses de l'Aveyron) ; au S., elles constituent des bandes étroites, parallèles à la chaîne des Pyrénées. Toute la partie centrale en est occupée par des dépôts tertiaires.

Le *Jura*, au N. du bassin du Rhône, comprend une série de chaînes parallèles légèrement concaves du côté de la Suisse, alignées du S.-O. au N.-E.; ces chaînes sont dues à des récifs coralligènes édifiés pendant la période jurassique; le Jura domine les vallées tertiaires de la Saône en France et de l'Aar en Suisse.

Quant au *bassin du Rhône*, resserré entre les Alpes à l'E. et le Plateau Central à l'O., il comprend des formations jurassiques, crétacées et tertiaires, distribuées très irrégulièrement.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

ZOOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE

BOTANIQUE

FONCTIONS DE NUTRITION

FONCTIONS DE REPRODUCTION

CLASSIFICATIONS BOTANIQUES

TROISIÈME PARTIE

GÉOLOGIE

CLASSIFICATION DES TERRAINS

Sceaux. — Imp. E. Charaire.

ANDRÉ FILS, Éditeur.



E. AUBERT. ANDRÉ FILS, Éditeur.



J. Besson, Del.t


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 108179729

